

# Trabajo Fin de Grado

## Economía de los recursos naturales Determinantes de las emisiones de CO<sub>2</sub> en un modelo STIRPAT

Autor

Jorge Garza Güell

Directores

Jesús Mur Lacambra  
Majed Atwi Saab

Facultad / Escuela  
2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo tiene un gran significado para mí, termino mi carrera universitaria, en la Facultad de Economía y Empresa de Zaragoza. Un punto y aparte donde mi vida de estudiante da paso a mi futura vida laboral.

Quiero dar las gracias a mis directores Jesús Mur y Majed Atwi por su apoyo, sus explicaciones, y por todo el interés que se han tomado en la dirección de este trabajo, sin el cual no lo hubiera podido realizar.

Al profesorado y personal de la Facultad donde he estudiado durante estos 4 años, los cuales han sido fundamentales para realizar mi carrera.

A mis amigos Javier y Fernando por su amistad, por su compañía en tardes de trabajo, en las cuales han estado conmigo en vez de disfrutando de sus vacaciones.

A mi novia Sandra, por existir.

A mis padres Mariano e Isabel, a Tere y Jose y a mis hermanos Francho y Sergio por estar ahí.

Y finalmente a mi tía Ana, que con su apoyo incondicional me ayuda siempre a conseguir mis metas.

## INFORMACIÓN Y RESUMEN

Autor: Jorge Garza Güell

Directores: Jesús Mur Lacambra  
Majed Atwi Saab

Título: **ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES.**  
**Determinantes de las emisiones de CO<sub>2</sub> en un modelo STIRPAT**

Titulación: **Grado de Administración y Dirección de Empresas (GADE)**

El cambio climático es un hecho, de origen antropogénico y en nuestras manos está el poder dar un vuelco a la situación. Explicamos los últimos cambios importantes en la tierra respecto a las emisiones de GEI. Analizamos el modelo STIRPAT en diferentes regiones para verificar su validez a través de la econometría. Concluyendo con su recomendación de aplicar en los países más desarrollados y la no recomendación en los menos desarrollados, además, como afectan las variables del modelo sobre las emisiones.

*Climate change is a fact with anthropogenic origin and we have the power to overturn the situation. We explained the recent important changes on earth regarding Greenhouse Gas emissions. We analyze the STIRPAT model in different regions to verify its validity through the econometrics. Concluding with a recommendation to apply to the most developed countries, and not in the less ones. Moreover, we analyze how the model variables affect the emissions.*

# ÍNDICE

<b>1. Presentación .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Introducción .....</b>	<b>5</b>
2.1 Evidencia Empírica .....	5
2.2 Protocolos internacionales a lo largo de las últimas décadas .....	14
2.3 Literatura específica .....	17
2.3.1 <i>Curva de Kuznets</i> .....	18
2.3.2 <i>STIRPAT Model</i> .....	20
<b>3. Caso de Estudio .....</b>	<b>22</b>
3.1 Presentación .....	22
3.2 Intensidad Energética .....	24
3.3 Energía Usada .....	25
3.4 Producto Interior Bruto (PIB) .....	27
3.5 PIB per cápita .....	28
3.6 Población Total .....	29
3.7 Población Urbana .....	30
3.8 Emisiones de CO <sub>2</sub> .....	31
3.9 Emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita .....	32
<b>4. Metodología .....</b>	<b>33</b>
4.1 Resultados .....	35
<b>5. Conclusiones .....</b>	<b>42</b>
<b>6. Bibliografía .....</b>	<b>44</b>
6.1 Artículos .....	44
6.2 Webgrafía .....	45
<b>ANEXO .....</b>	<b>48</b>

## 1. PRESENTACIÓN

Ante la gravedad que supone los acontecimientos climáticos de las últimas décadas, se han realizado muchas investigaciones para tratar de mejorar o solucionar el problema del calentamiento global y sus consecuencias.

En este trabajo analizamos la evolución de la caja preindustrial, haciendo hincapié en las últimas décadas y finalmente llegando hasta la actualidad. Explicamos qué está afectando al calentamiento, qué produce las emisiones de GEI, cuál de estos GEI es el más abundante, alguno de los cambios que se han producido en la tierra (con datos), como también los diferentes protocolos que se han llevado a cabo en los últimos años.

Exponemos una serie de variables como son la energía usada, intensidad energética, emisiones totales de CO<sub>2</sub>, emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita, PIB, PIB per cápita, población total, población urbana total. Analizamos su evolución en las últimas décadas (desde 1960/70 hasta la actualidad) en diferentes países del mundo. A través de la clasificación del Banco Mundial, analizamos todas estas variables en cuatro países de alto desarrollo económico como son, EEUU, Japón, Francia y España. En dos países de medio-alto desarrollo económico como son, Brasil y Sudáfrica. Y por último dos países de medio-bajo desarrollo económico como son Pakistán y Nigeria.

Además tratamos de analizar el modelo STIRPAR (modelo comúnmente empleado para estudiar las emisiones de CO<sub>2</sub>), comprobando si es aplicable o no, y como afectan sus diferentes variables (población, urbanización, consumo energético, desarrollo económico) a las emisiones de CO<sub>2</sub>.

El objetivo de este trabajo es aportar con esta investigación, nuestro granito de arena al problema mundial que supone el cambio climático.

## 2. INTRODUCCIÓN

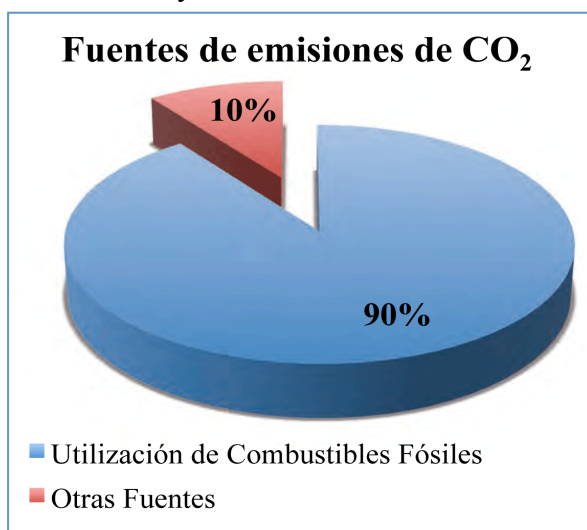
### 2.1 EVIDENCIA EMPÍRICA

La degradación medioambiental provocada por el hombre es uno de los mayores problemas que afecta a la humanidad en su conjunto. Según el IPCC, el cambio climático es un hecho, y la degradación medioambiental se espera que tenga un impacto considerable en el sistema de los recursos naturales y que los cambios en el medio natural puedan afectar al sustento humano y a sus actividades económicas (IPCC 2014).

Así pues el caso concierne a la seguridad medioambiental, económica y humana, entorno a la degradación medioambiental.

La participación del hombre en el cambio climático es clara y las recientes emisiones de origen antropogénico de gases de efecto invernadero<sup>1</sup> (GEI) son las más altas de la historia (IPCC 2014). Los cambios climáticos recientes han tenido impactos generalizados en sistemas humanos y naturales.

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el gas más abundante de los GEI de larga duración. Las principales fuentes del dióxido de carbono antropogénico presente en la atmósfera son la quema de combustibles fósiles (en mayor medida) los cambios del uso de la tierra y la deforestación.



Casi toda la emisión de CO<sub>2</sub>, proviene de la combustión de combustibles fósiles (Figura 2.1). Los tres combustibles fósiles más utilizados son el carbón, el gas natural y el petróleo. Los tres sectores principales responsables son el transporte, los servicios energéticos, y la producción industrial.

Ver más en: [www.tuimpacto.com](http://www.tuimpacto.com)

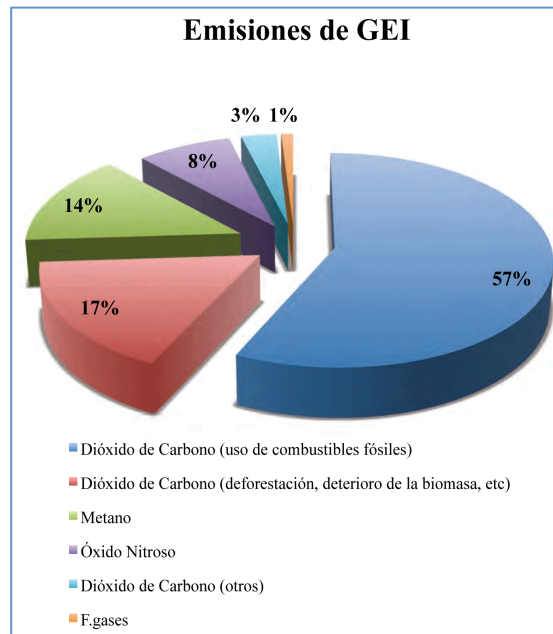
**Figura 2.1** Elaboración propia a partir de los datos de la Fuente: IPCC 2007.

---

<sup>1</sup> Esta denominación es debida porque retienen la radiación dentro de la atmósfera de la Tierra, lo que también genera el calentamiento de ésta.

Los otros gases importantes son el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Esta concentración cada vez mayor de GEI en la atmósfera es lo que impulsa al cambio climático.

El índice anual de GEI (se utiliza para medir la influencia sobre el calentamiento) de la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera de los EEUU (NOAA) muestra que desde 1990 (año base del protocolo de Kioto) a 2011, el forzamiento radiativo (medida de influencia sobre el calentamiento de un sistema climático) de los GEI de larga duración experimentó un aumento del 30%, al que el  $\text{CO}_2$  contribuyó con casi el 80%.

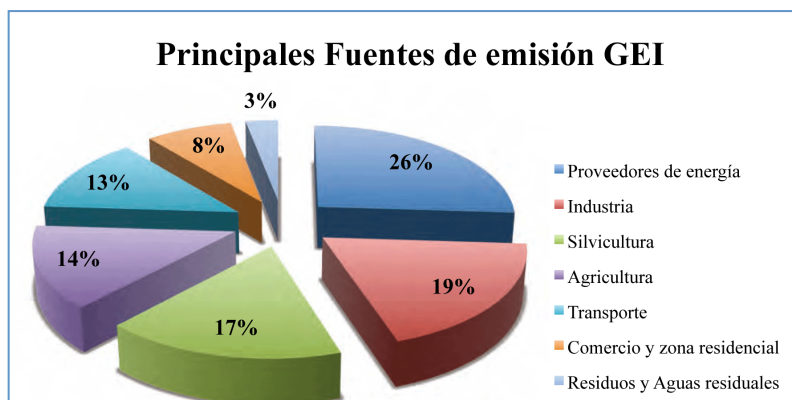


**Figura 2.2 Elaboración propia a partir de los datos de la Fuente: IPCC 2007.**

En la figura 2.2 podemos apreciar las proporciones de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a nivel mundial.

El Dióxido de Carbono es el GEI más abundante emitido como consecuencia de las actividades humanas y ha contribuido entorno al 85% del incremento en el forzamiento radiativo de los últimos 15 años.

Según el boletín de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la cantidad de  $\text{CO}_2$  presente en la atmósfera alcanzó en 2001, 390,9 partes por millón, siendo el 140% del nivel preindustrial (1750-1880) que era de 280 partes por millón. En el nivel preindustrial se gozaba de un equilibrio de los flujos de  $\text{CO}_2$  entre la atmósfera, océanos y la biosfera. Fuente: [www.wmo.int](http://www.wmo.int)



**Figura 2.3 Elaboración propia a partir de los datos de la Fuente: IPCC 2007.**

En la Figura 2.3 se puede apreciar las principales fuentes de emisión de GEI globales.

### Algunos de los cambios observados y posibles causas:

- El calentamiento del sistema climático es evidente y desde hace 65 años los cambios observados no tienen precedentes en la historia del planeta, con un aumento de 0,302 grados en la temperatura oceánica desde 1969.
- Descenso de la nieve a nivel mundial, como por ejemplo: Cordillera Blanca de Perú, que ha disminuido un 22% desde 1970 a 2003.
- Las capas de hielo han disminuido tanto en el hemisferio norte como en el hemisferio sur. Un ejemplo lo encontramos en el mar de Amundsen al oeste de la Antártida donde la pérdida anual ha sido de 83.000 millones de toneladas de hielo desde 1992.
- Retroceso de los glaciares en todo el mundo, e incluso de la desaparición total en algunas partes de la Tierra. Por ejemplo el caso del Glaciar de Kori Kari situado en la región de Cuzco, que retrocedió 1,2 kilómetros desde 1978 a 2008.
- El nivel del mar se ha elevado, ha aumentado unos 17 centímetros durante el siglo XX, y en la última década, casi el doble que el siglo pasado.

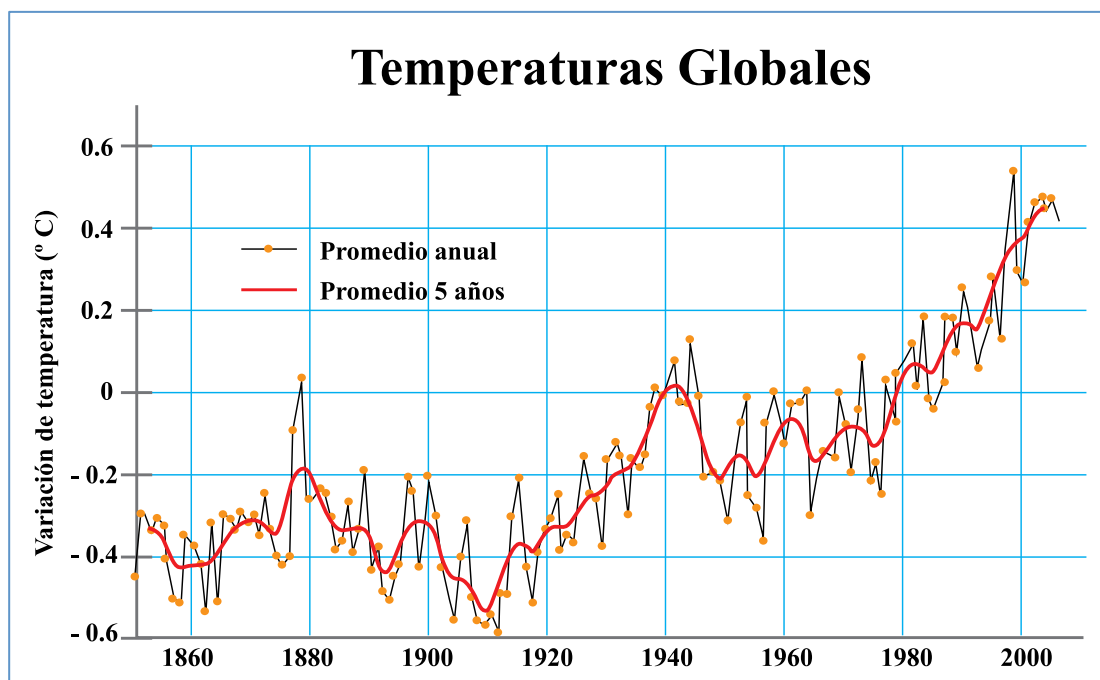


Figura 2.4 Temperaturas Medias Globales de la atmósfera durante el periodo de 1860-2000.  
Elaboración propia a partir de los datos de la Fuente: [www.ciclodcarbano.com](http://www.ciclodcarbano.com)



- La variación de la temperatura global, desde la época preindustrial (entre 1750 y 1880) hasta nuestros días, es de 0,8° C (-0,4 a 0,4). Aunque la emisión solar disminuyó entre 2007 y 2009, la temperatura terrestre sigue aumentando (IPCC, 2014). Ver más en: [www.cambioclimaticoglobal.com](http://www.cambioclimaticoglobal.com) - [www.cruzrojamadrid.org](http://www.cruzrojamadrid.org) - [ozononewatch.gsfc.nasa.gov](http://ozononewatch.gsfc.nasa.gov)

Para controlar el cambio climático es necesario reducir de forma sustancial y sostenida las emisiones de gases de efecto invernadero, lo cual, junto con la adaptación, puede reducir los riesgos.

La adaptación y la mitigación<sup>2</sup> son estrategias complementarias para reducir y manejar los riesgos del cambio climático. Si en los próximos decenios se reducen sustancialmente las emisiones se puede lograr disminuciones en los riesgos climáticos a lo largo del siglo XXI y posteriormente, ampliar las perspectivas de una adaptación efectiva, reducir los costos y los retos de mitigación a largo plazo y contribuir a que las trayectorias de desarrollo sostenible sean resilientes al clima.

La consecución de estas reducciones implica importantes retos tecnológicos, económicos, sociales e institucionales, por lo que la introducción de medidas de mitigación adicional llevará un tiempo, especialmente en los casos en que se carece de las tecnologías clave. Delimitar el calentamiento a niveles bajos o altos implica retos similares, si bien a diferentes escalas de tiempo.

Muchas opciones de adaptación y mitigación contribuyen a controlar el cambio climático, pero ninguna de ellas es suficiente por sí sola. Para que la implementación de las opciones sea efectiva, se necesitan políticas y cooperación a todos los niveles; y para que éstas se fortalezcan, se requieren respuestas integradas que vinculen la adaptación y la mitigación con otros objetivos sociales, así son necesarios factores propicios comunes, tales como la eficacia de las instituciones y de los gobiernos, la innovación y las inversiones en tecnologías e infraestructuras ambientalmente racionales, así como medios de vida y opciones de comportamientos y estilos de vida sostenibles. Ver más en: [www.un.org](http://www.un.org)

---

<sup>2</sup> La mitigación consiste en disminuir la intensidad del forzante radiativo con el objetivo de reducir los efectos potenciales del calentamiento global, a diferencia de la adaptación, que implica actuar para minimizar los efectos del calentamiento global.

Esta preocupación se ve reflejada en la literatura específica que hemos utilizado. Por ejemplo, Ehrlich y Holdren (1974) advirtieron de la conexión de las variaciones en las emisiones de CO<sub>2</sub> con variables como la población, el consumo energético y, el desarrollo económico.

Las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero han aumentado desde la era preindustrial (Fig. 2.5), en gran medida como resultado del crecimiento económico y demográfico, y en la actualidad son mayores que nunca.

Ver más en: [cdiac.ornl.gov](http://cdiac.ornl.gov)

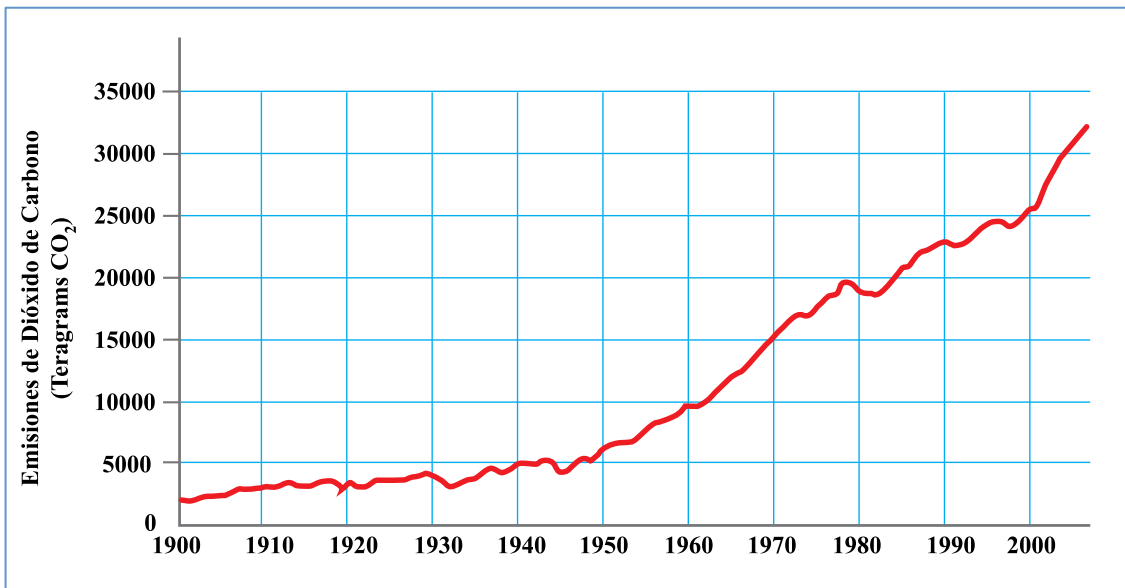


Figura 2.5 Elaboración propia a partir de los datos de la Fuente: Banco Mundial de Datos.

Hace un millón de años se calcula que el total de la población humana era de 125.000 habitantes. Hace 300.000 años la población total era de un millón. Hace 10.000 años el mundo tenía alrededor de 5 millones de seres humanos. Durante el Imperio Romano 150 millones de habitantes. Se alcanza en el siglo XVI los 500 millones de habitantes. La población se duplica en 200 años. En 1900 llega a los 600 millones. En 60 años, 1960, se llega a los 3.000 millones de personas, y en menos de 40 años, vuelve a duplicarse, superando en el año 2000 los 6.000 millones de habitantes. La población mundial creció en 2014 en unos 80 millones de personas, con lo que el 1 de enero vivirán en el planeta casi 7.300 millones.

Como podemos apreciar en la figura 2.6, el crecimiento de la población es exponencial.

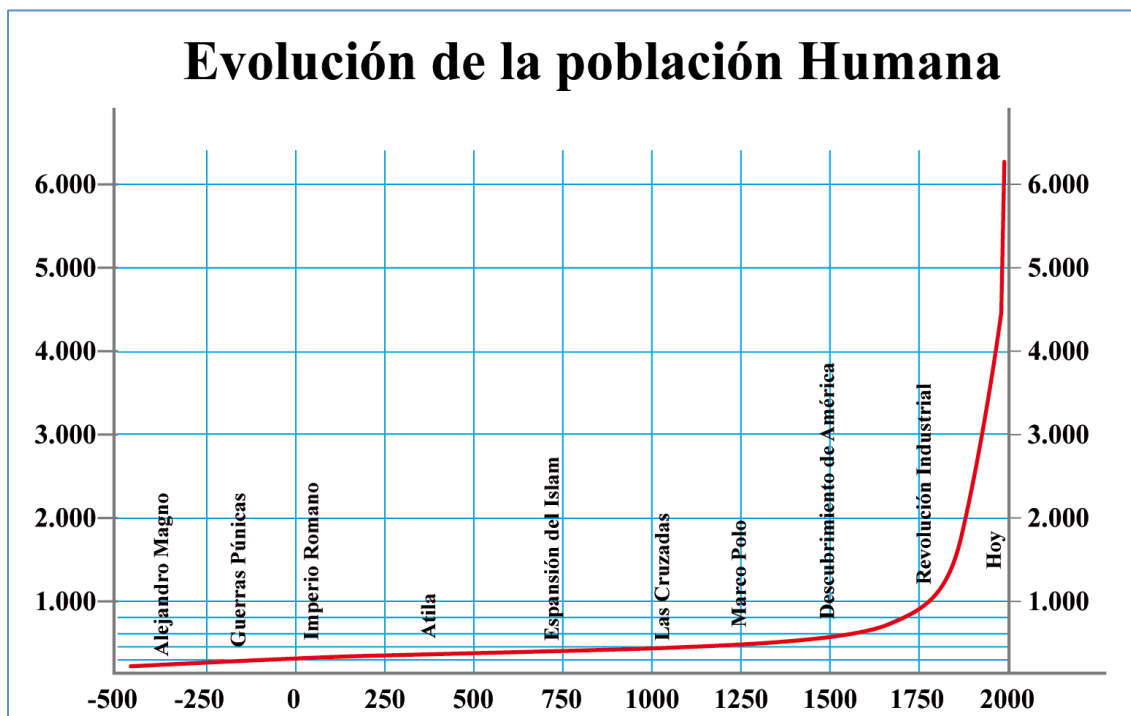
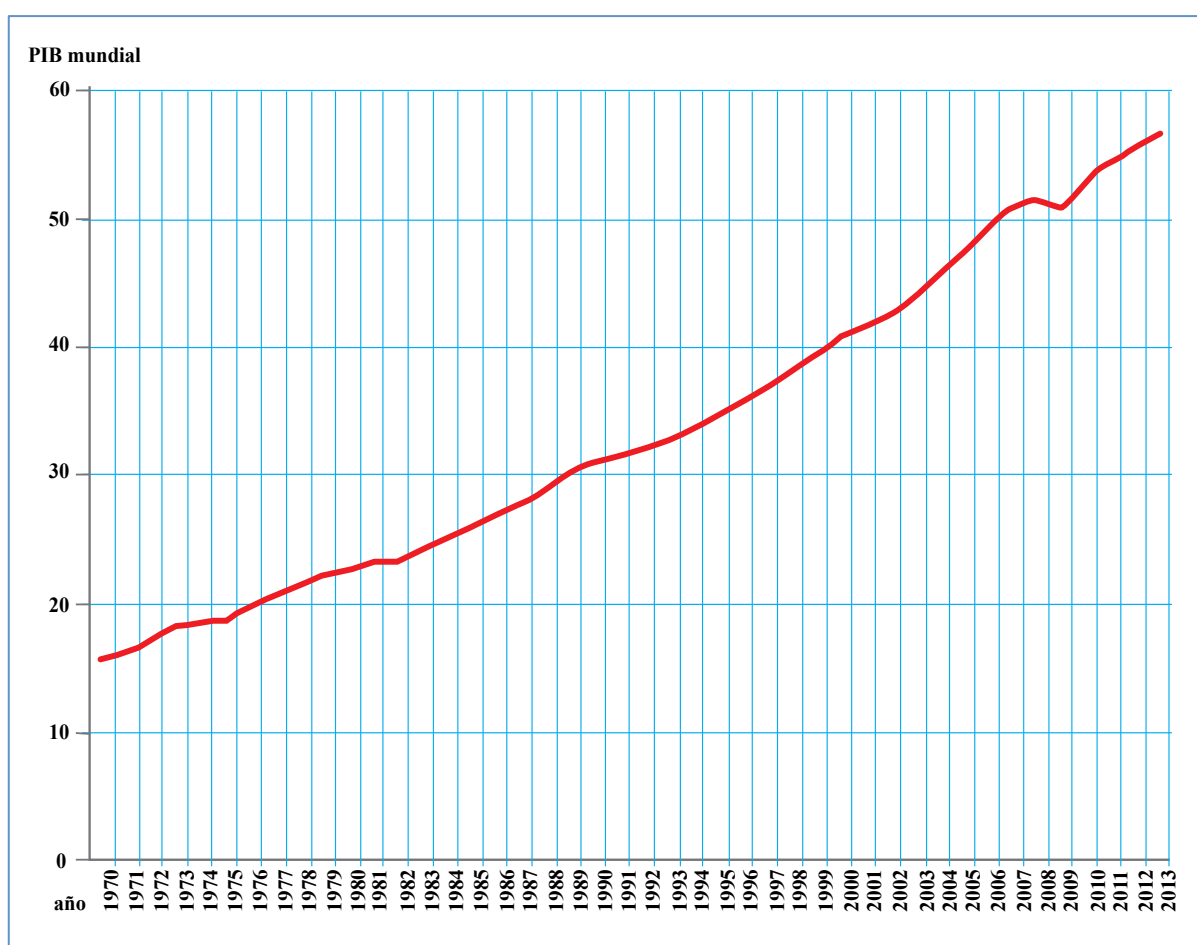


Figura 2.6 Elaboración propia a partir de los datos de la Fuente: eumed.net

En las figuras siguientes ( Fig. 2.7 y 2.8) podemos ver la evolución a lo largo de los años de los parámetros fundamentales en nuestro trabajo.

Desde la revolución industrial (1760-1820), el desarrollo económico ha tenido una relación directa con el consumo de combustibles fósiles, ya que se paso de una economía basada en el sector primario a una basada en el secundario, con la introducción de las fábricas, centrales eléctricas, vehículos a motor, etc, e incluso en los propios hogares en los que cada vez se utiliza más la quema de carbón, petróleo y/o gas natural.

### **Evolución del PIB a nivel mundial**

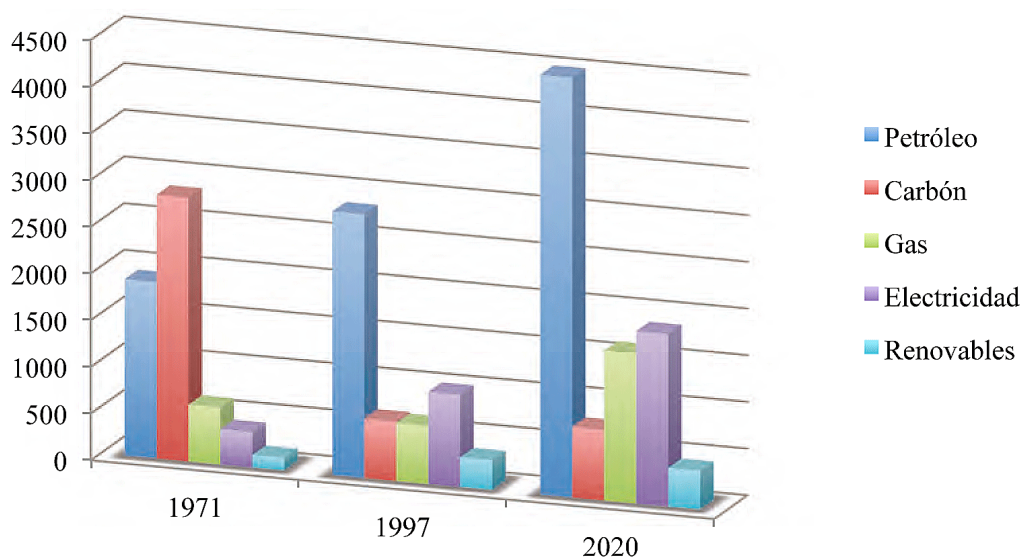


**Figura 2.7** Elaboración propia a partir de los datos de la Fuente: National Accounts: Main Aggregates DataBase. December 2014. Statistical division. United Nations.

## Consumo energético

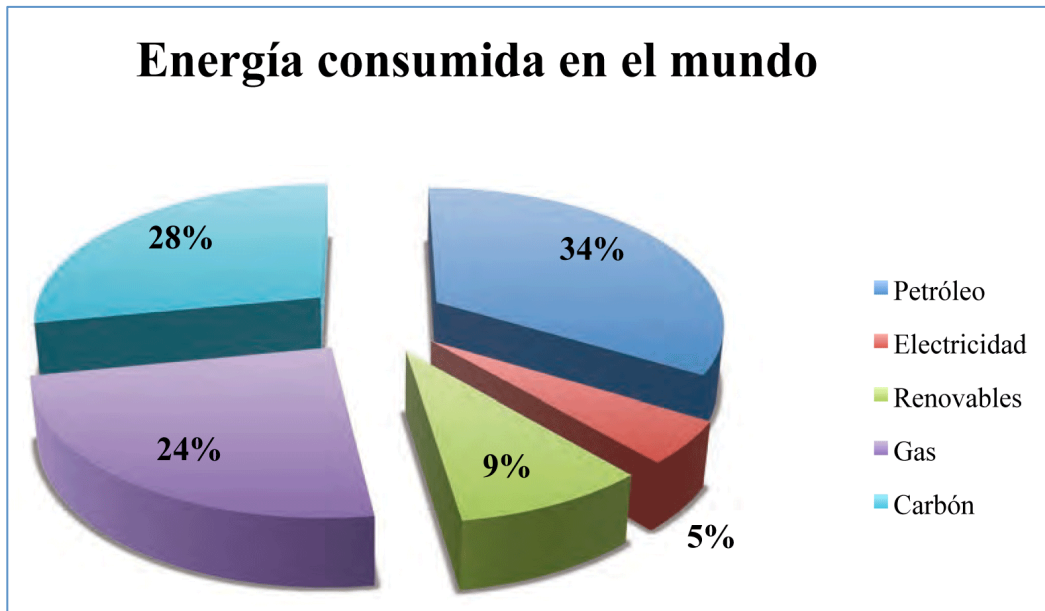
### Evolución del consumo final de energía en el mundo

Millones de toneladas  
equivalentes de petróleo



**Figura 2.8** Elaboración propia a partir de los datos de la Fuente: [habitat.aq.upm.es](http://habitat.aq.upm.es)  
Ministerio de Ciencia y Tecnología de España. Departamento de Urbanismo y Ordenación del territorio (DU y OT). Rafael Córdoba Hernández.

La población aumenta exponencialmente, a mayor población, se incrementa el consumo energético por el incremento de las necesidades de las regiones. Cuanto mayor es el consumo energético a nivel mundial, y puesto que el uso de energía está basado en más del 85% en petróleo, gas y carbón, es decir, en la quema de combustibles fósiles, mayores son los niveles de CO<sub>2</sub> emitidos a la atmósfera.



**Figura 2.9** Reparto de los diversos combustibles de los que se compone la energía consumida mundial (2013). Elaboración propia a partir de los datos de la Fuente: [blogs.publico.es](http://blogs.publico.es)

Tras este análisis podemos hablar de un efecto de “Bola de Nieve” entre los factores citados anteriormente, podemos hablar de un efecto sinérgico entre estos. A priori nuestro primer punto de vista es que a través del factor tecnológico, es la mejor forma de combatir este problema.

## 2.2 PROTOCOLOS INTERNACIONALES A LO LARGO DE LAS ÚLTIMAS DÉCADAS.

Éste es un listado de los convenios, tratados o protocolos internacionales en favor de la lucha contra el cambio climático mundial.

(Fuente: [centroandinodeintegracion.org](http://centroandinodeintegracion.org))

- *1985- Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono.* Este convenio es frecuentemente referido como un convenio de marco, pues ha servido como referencia para los esfuerzos de protección de la capa de ozono del planeta, fue aprobado en 1985 y entró en vigor el 22 de septiembre de 1988. Ver más en: [ozone.unep.org](http://ozone.unep.org)
- *1987- Protocolo de Montreal.* Es un tratado internacional diseñado para proteger la capa de ozono reduciendo la producción y el consumo de numerosas sustancias que se ha estudiado que reaccionan con el ozono y se cree que son responsables del agotamiento de la capa de ozono. Ver también: Chipperfield, Dhomse, Feng, McKenzie, Velders & Pyle (2015)
- *1992- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC).* Se reunieron con el objetivo de estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera para evitar que se produzcan los cambios en el sistema climático.
- *1997- Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.* El objetivo era reducir las emisiones de seis GEI. No entra en vigor hasta 2005 por la no aceptación de varios países con mayor tasa de contaminación. Hasta la aceptación del parlamento Ruso, con el cual se superan el 55% de las emisiones entre los países que aceptan el acuerdo.
- En la *Cumbre Lima celebrada del 1 al 12 diciembre de 2014*, en el último momento después de 13 días de parálisis, se pusieron de acuerdo más de 190 países para presentar un documento conjunto en la madrugada del último día. Los países fijaron los requisitos para que todos presenten sus compromisos individuales para luchar contra el calentamiento global ante la ONU antes del 1 de octubre del 2015. Ese es el camino abierto para la siguiente cumbre: París 2015. En Francia se tiene que firmar un nuevo pacto global para sustituir al ya obsoleto Protocolo de Kioto. La presión sobre París es enorme, los científicos

han hablado claro y aseguran que si no se empieza a trabajar desde ya en la reducción de emisiones contaminantes el calentamiento global puede crear efectos devastadores en todo el planeta. En Lima los países aceptaron la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y limitar el aumento de la temperatura medida global como máximo a 2° C con respecto a los niveles de la era preindustrial. Ver más en: [internacional.elpais.com](http://internacional.elpais.com)

- *Compromiso 20/20/20 de la UE*, con respecto a los niveles de 1990, los compromisos de la Unión Europea para lograrlo son:
  - **Reducir** las **emisiones** de gases de efecto invernadero (GEI) en un 20% (30% si se alcanza un acuerdo internacional).
  - **Ahorrar** el 20% del consumo de **energía** mediante una mayor eficiencia energética, además, en cada país el 10% de las necesidades del transporte deberán cubrirse mediante biocombustibles.
  - **Promover** las energías **renovables** hasta el 20%

El objetivo del 20/20/20 para 2020 es llevar a Europa hacia el camino del futuro sostenible, con una economía que genere pocas emisiones de carbono y consuma menos energía. Ver más información en: [ec.europa.eu](http://ec.europa.eu)

Según el análisis realizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), la UE va por el buen camino en la consecución de sus objetivos que se marcó para 2020 en materia de clima y energía. De hecho, ya casi se ha logrado el objetivo de reducción de sus emisiones de CO<sub>2</sub> e incluso de aquí a 2020 se espera que la UE supere el objetivo marcado del 20% y reduzca sus emisiones al menos un 21% en comparación con los niveles de 1990. Igualmente, la UE también va por delante en alcanzar los otros dos objetivos (el 20% de energía renovables y el 20% de eficiencia energética) en 2020 (UE, 2014).

La UE va más allá de 2020 en su política ambiciosa en materia de cambio climático. En 2014, acordó nuevos objetivos para 2030:

- Reducir al menos un 40 % las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a los niveles de 1990.
- Aumentar las energías renovables para que representen al menos el 27% del consumo final de energía.

Reducir como mínimo un 27% el consumo energético.



- **España** está entre los países más incumplidores del Protocolo de Kioto, lo que nos ha llevado a gastar unos 800 millones de euros en la compra de derechos de emisión. Por si eso fuera poco, la última reforma del sector eléctrico frena las energías renovables, penaliza el autoconsumo energético, y fomenta energías sucias, como la extracción de petróleo y el **fracking** (un sistema altamente contaminante que permite extraer gas o petróleo fracturando el subsuelo).  
Fuente: [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

- La Organización de Naciones Unidas (ONU) ha confirmado a España que **ha cumplido con sus objetivos de reducción de gases de efecto invernadero** acordados para el **primer periodo del Protocolo de Kioto** (2008-2012) para la lucha contra el cambio climático, según un informe remitido a España.

"No se han identificado cuestiones de implementación por el equipo de revisores expertos (ERT) durante la revisión", señala el documento al que ha tenido acceso Europa Press (21-04-2015)

El equipo revisor ha concluido que **el inventario remitido por España "está completo" y "es correcto"** en relación con las categorías de gases de efecto invernadero, años y límites geográficos y contiene todos los datos relativos al periodo 1990-2012.

El informe concluye que ahora estos datos deben ser inscritos en la base de datos de Naciones Unidas como definitivos sin que tengan que aplicarse "ajustes".

Fuente: [www.rtve.es](http://www.rtve.es)

- España destinará más de 12 millones de euros a la adaptación al cambio climático.

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente impulsará en 2015 las políticas de adaptación al cambio climático en España. "Susana Magro, directora general de la Oficina Española de Cambio Climático, ha destacado hoy 20 de octubre de 2014, durante la clausura de la jornada sobre *"Viticultura y Cambio Climático"* que, por primera vez, se ha creado una nueva partida presupuestaria –dotada con más de 12 millones de euros– destinada a proyectos concretos de adaptación al cambio climático."

Fuente: [www.agenciasinc.es](http://www.agenciasinc.es)

## **2.3 LITERATURA ESPECÍFICA**

El objetivo en el que debemos fijar el esfuerzo es alcanzar un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación, protección y mejora del medio ambiente. Con la mayor parte de la investigación realizada para llevar a cabo este trabajo, hemos descubierto que la mayoría de trabajos y artículos estudiados tienen como fin común ayudar a conseguir este gran objetivo.

Numerosos estudios utilizaban la energía consumida como aproximación al impacto medioambiental. Siguiendo esta línea Cole et al. (1997) y Suri y Chapman (1998) descubrieron que la energía consumida se incrementa a la par que el desarrollo económico.

Sin embargo si la intensidad energética es considerada como la variable dependiente, ésta descenderá. La relación entre energía consumida y el desarrollo es caso de estudio en el campo de la economía energética.

Los descubrimientos empíricos presentados en las últimas décadas desde el artículo publicado a finales de los 70 por Kraft y Kraft (1978) ha creado tanto unión como conflicto.

Los resultados dependen de la muestra de países, de los años en los que se basa el análisis y de las estimaciones técnicas utilizadas. Algunos estudios encontraron evidencias a favor de la causalidad que va desde el PIB (desarrollo económico) hasta el consumo energético (Kraft y Kraft, 1978), algunos otros no encontraron evidencias de esa relación causal (Yu y Choi, 1985; Yu y Hwang, 1984) y hay también estudios que muestran que esta relación causal es inversa: de la energía consumida hacia el PIB (Lee, 2005). Mientras Alam y Butt (2002) encontraron evidencias que existe causalidad bidireccional entre la energía consumida y el crecimiento económico en Pakistán.

El ratio de urbanización y sus efectos concomitantes difieren en las regiones alrededor del mundo. En Asia se encuentran al menos la mitad de las grandes ciudades a nivel mundial, y tiene una tendencia ascendente a favor de la urbanización. Dado su actual ratio de crecimiento anual, se espera que la población asiática urbana se duplique en menos de 20 años.

La urbanización refleja más que un cambio demográfico. Es a la vez impulsado e influido profundamente por el contexto y los procesos de desarrollo, que genera tanto

directa como indirectamente ventajas en la lucha hacia la sostenibilidad global y el desarrollo humano. Los orígenes de muchos problemas ambientales globales conexos a la contaminación del aire y del agua están localizados en las ciudades (éste es el vínculo que hay entre la urbanización y la contaminación; Reddy, 2004).

El consumo de energía per cápita continúa siendo bajo en el mundo desarrollado. Sin embargo, muchos centros urbanos en África y Asia de las necesidades energéticas que tienen una gran parte se basan y consumen combustibles de biomasa. A medida que estos países se urbanizan, la energía demandada se incrementa, el alimento y otros materiales consumidos en las áreas urbanas tienen que ser transportados a través de distancias mayores. La manufactura urbana e industrial también requiere más energía que la agricultura tradicional. Adicionalmente, la provisión de infraestructuras y los servicios para los nuevos habitantes urbanos requiere energía que no la consumen habitualmente en las zonas rurales.

La energía consumida es mayor en los países industriales y se incrementa rápidamente en los países en desarrollo a medida que se industrializan. (Más adelante lo explico con la hipótesis de la curva de Kuznets). Pero la energía puede ser un instrumento para el desarrollo sostenible poniendo énfasis en un uso más eficiente de ésta, e incrementando el consumo de energías renovables, entre otras medidas. (Reddy, 2004; Alam, Fatima y Butt, 2007)

### **2.3.1 Curva de Kuznets**

Una de las hipótesis en la que nos apoyamos mucho es en la curva de Kuznets, que nos dice que la relación entre el desarrollo económico y la contaminación del medioambiente tiene una forma de “U” invertida (Fig. 2.10).

Ésta se explica por diferentes motivos o tiene diferentes interpretaciones del porqué se da este fenómeno.

Una de las hipótesis sostiene la teoría de que el principal motivo de este fenómeno de la curva Kuznets recae en la composición de los productos terminados, introduciendo tecnologías que “limpien” la producción ya sea debido a intentar cumplir con los requisitos legales que los países van imponiendo para bajar sus emisiones de CO<sub>2</sub> tanto a los tres sectores económicos (primario, secundario y terciario) aunque

principalmente al primario y secundario, como al consumidor final aumentando los impuestos a los productos más contaminantes. O simplemente la propia sociedad la que intenta rebajarlo sin imposiciones legales.

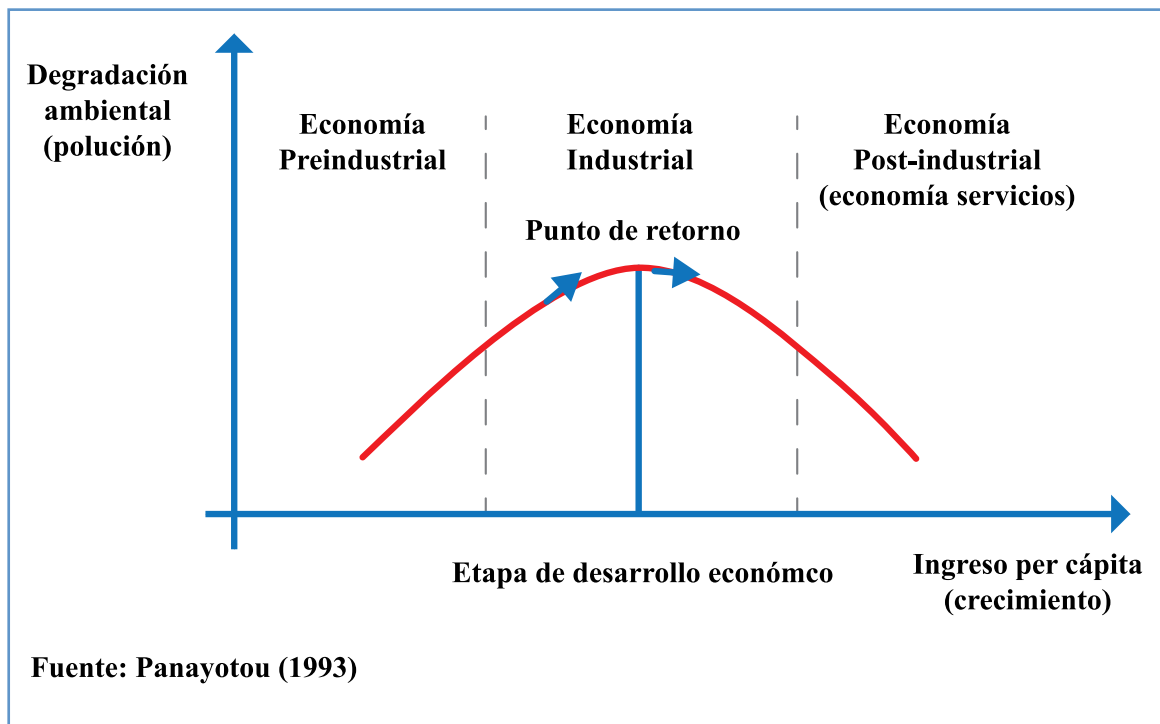


Figura 2.10 La Curva de Kuznets. Fuente: Panayotou (1993).

Otra hipótesis relevante hace referencia a la evolución económica de los países y como van basando su economía en los distintos sectores productivos en función de su etapa de desarrollo económico.

Como apreciamos en la figura 2.10 es la etapa inicial, cuando la economía se basa en el sector primario, etapa pre-industrial, cuando los niveles de contaminación son bajos pero en tónica ascendente, siendo los países “del tercer mundo”. A medida que la sociedad avanza hacia la industrialización, mayor es la degradación medioambiental, hasta llegar a su punto máximo, (países en vías de desarrollo), y comenzar una fase decreciente, que asocian al cambio progresivo de la etapa industrial a la post-industrial que equivaldría a los países desarrollados. Finalmente se prevé que se rebajen los niveles a unos mínimos compatibles con el desarrollo económico.

(Cole, Rayner y Bates, 2001) (Véase también los artículos de: Stern, Common y Barbier, 1996; Yandle, Bhattarai y Vijayaraghavan 2004; Aldy, 2005; Zilio, 2012)

### 2.3.2 STIRPAT Model

Ehrlich y Holdrem (1971 y 1972) fueron los primeros en usar el modelo IPAT; formulado como  $I = PAT$ , para describir el impacto sobre el medio ambiente de diferentes variables. La idea principal es el impacto medioambiental total (I) el cual se estima con las variables: población (P), afluencia, haciendo referencia al consumo o desarrollo *económico* (A) además de describir el consumo o producción así como el nivel de contaminación medioambiental causada por unidad producida o consumida teniendo en cuenta el factor tecnológico (T).

Desde aquel primer modelo ha habido muchas variaciones o diferentes reinterpretaciones llevadas a cabo por diferentes investigadores. Una de estas reformulaciones ha quedado como la *identidad de Kaya* la cual liga la población, consumo y eficiencia en los recursos, es decir, todos los factores económicos, energéticos y ambientales que influyen en las emisiones de carbono a la atmósfera que poner las bases para los cálculos de emisiones. La ideó Kaya, perfeccionándola después Archer, (1989) y siendo utilizada por la EIA americana, que publica en el “*International Energy Outlook*” de 2010 un análisis sobre el tendencial de los factores de la identidad de Kaya. Fuente: D. Ruyet, 2011.

$$CO_{2i} = \frac{CO_{2i}}{E_i} \cdot \frac{E_i}{PIB_i} \cdot \frac{PIB_i}{P_i} \cdot P_i$$

Donde  $\frac{CO_{2i}}{E_i}$  es el CO<sub>2</sub> emitido por unidad de energía consumida.

$\frac{E_i}{PIB_i}$  es la energía consumida por unidad de PIB.

$\frac{PIB_i}{P_i}$  es el PIB per cápita y

$P_i$  es la Población.

Algunas de estas reformulaciones son por ejemplo, las recogidas como ImPACT (Waggoner y Ausubel, 2002) o ImPACTS (Xu et al, 2005) y IPBAT (Schulze, 2002).

Waggoner y Ausubel (2002) con su modelo ImPACT nos dicen que el impacto medioambiental (I) viene determinado por las variables: población (P), el desarrollo económico o PIB (A), la intensidad del consumo, utilizando como ejemplo las energías (C), y los ratios de eficiencia sobre el impacto medioambiental (T). Así que su variación es descomponer la “T” del modelo IPAT en la “C” y la “T” del modelo ImPACT.

En cuanto a Xu et al. (2005), seguirá la base establecida por Waggoner y Ausubel (2002), donde I, P, A, C y T, mantendrán sus significados, sin embargo pensaba que a menudo se estaba ignorando la capacidad de reducir el impacto medioambiental por las sociedades (S) y es su aportación al modelo. (Lin, Zhao y Marinova, 2009)

Un caso similar al de Xu es el de Schulze (2002) el cual nos dice que el comportamiento humano es la llave que combate el impacto medioambiental, y es representado con una “B” pasando de IPAT a IPBAT. La “B” hace referencia al comportamiento humano.

Tras todos estos modelos y variaciones del  $I = PAT$ ,  $I = PBAT$ ,  $I = PACT$  e  $I = PACTS$  en los que se estima proporcionalmente el impacto medioambiental cambiando uno o dos factores. Sin embargo la estimación estaba incompleta, y son Dietz y Rosa (1994) los que formularon IPAT como modelo estocástico y lo llamaron STIRPAT (Stochastic Impacts by Regresion on Population, Affluence and Technology)

El modelo queda tal que así:

$$I_i = a P^{b_i} A^{c_i} T^{d_i} e_i$$

Mantiene la lógica de la ecuación  $I = PAT$  siendo (P) la población, (A) afluencia, y (T) tecnología, para determinar el impacto medioambiental (I).

Por logaritmos

$$\ln I_{it} = a + b(\ln P_{it}) + c(\ln A_{it}) + d(\ln T_{it}) + \ln e_i$$

Siendo t los años, b, c y d los coeficientes para P, A y T, e el término de error y a es la constante. Véase también sobre el modelo STIRPAT los artículos de: Fan, Liu, Wu y Wei, 2006 y Dietz y Rosa 1997.

### 3. CASO DE ESTUDIO

#### 3.1 PRESENTACIÓN

Nuestro objetivo, como ya hemos dicho en la introducción es poder aportar algo a la discusión sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>. El modelo STIRPAT, es de los más empleados para su análisis y vamos a intentar comprobar su validez en diferentes países. Para su selección nos hemos basado en la clasificación del Banco Mundial.

El primer nivel de la clasificación corresponde a un nivel bajo del desarrollo económico (1.045 \$ PIB per cápita o menos).

El siguiente nivel se clasifica como de desarrollo económico medio, que va desde 1.045 a 12.745 \$, a su vez diferenciamos dentro de este nivel a los países de nivel medio-bajo y nivel medio-alto. Aquí se encuentran los 2 primeros países de nuestro estudio, que son Pakistán y Nigeria, situados en el nivel medio-bajo (1.045 a 4.125 \$). Del nivel medio-alto hemos elegido a Sudáfrica y Brasil (4.126 \$ a 12.745 \$).

El último nivel corresponde a los países de alto desarrollo económico (12.746 \$ o más) del que hemos seleccionado, Francia, España, Japón y EEUU.

Pensamos que estos 8 países (Fig. 3.1) son una buena representación para analizar el modelo STIRPAT a nivel mundial.

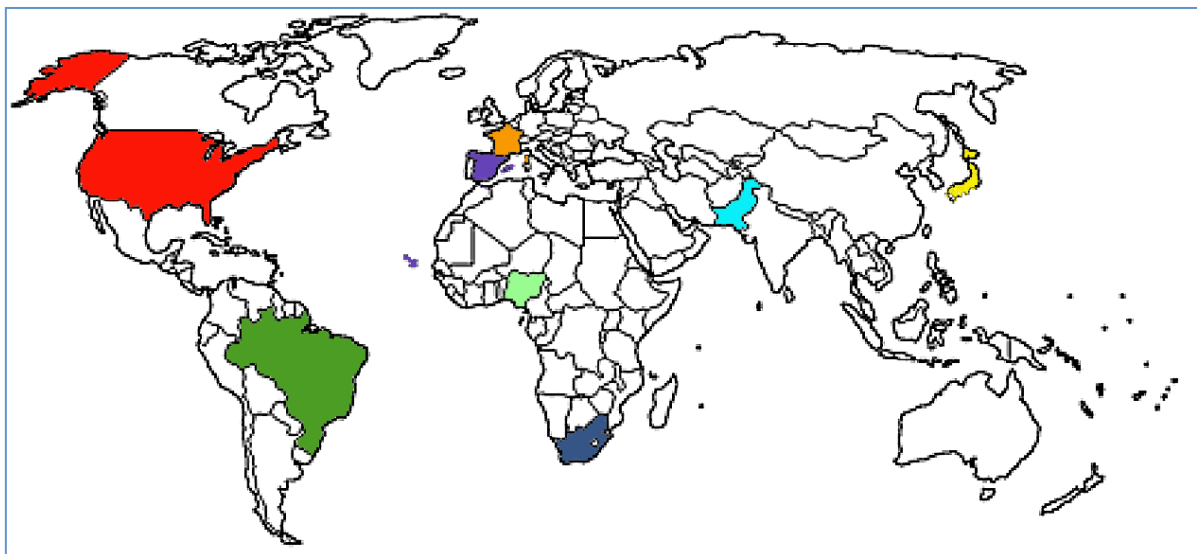


Figura 3.1 Elaboración propia. Coloreados los países en los que hemos basado el estudio.

Los datos elegidos son intensidad energética, consumo energético, desarrollo económico (evolución del PIB), población, urbanización y las emisiones de CO<sub>2</sub> como se describen en la tabla 3.1.

Tabla 3.1		
Variable	Definición	Unidad de medida
Intensidad Energética	Energía Usada / PIB	Kg equivalentes de petróleo por cada \$ de PIB a precios constantes en el año 2006.
Energía Usada	La cantidad de energía que se ha utilizado	Toneladas equivalentes de petróleo por cada \$ de PIB a precios constantes de 2006.
PIB	Producto Interior Bruto	Precio constante \$ de 2005
PIB per cápita	PIB/Población	Precio constante \$ de 2005
Población Total	Población total de un país.	Personas.
Población Urbana	Población total que vive en zonas urbanas en un país.	Personas.
Emisiones de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub> de un país.	Kg a precios constantes por \$ del PIB de 2005.
Emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita	Emisiones de CO <sub>2</sub> de un país entre su población.	Toneladas métricas per cápita.

Tras el estudio de la literatura consultada y basándonos en el modelo STIRPAT, hemos extraído de la base de datos del Banco Mundial las variables que analizamos en este trabajo. (The World Bank, Washington, D.C, USA)



### 3.2 INTENSIDAD ENERGÉTICA

Como se muestra en la Figura 3.2 la Intensidad Energética en Pakistán ha mantenido una tendencia creciente durante los años analizados. Por el contrario los países desarrollados han mantenido una tendencia decreciente.

Por otro lado Nigeria ha experimentado un aumento de Intensidad Energética pero solo hasta el año 2002. La tendencia de Brasil y Sudáfrica tiende a mantenerse en una trayectoria constante.

En la Figura 3.3 se ve claramente la gran diferencia que existe entre Pakistán y el resto de países en el año 2010.

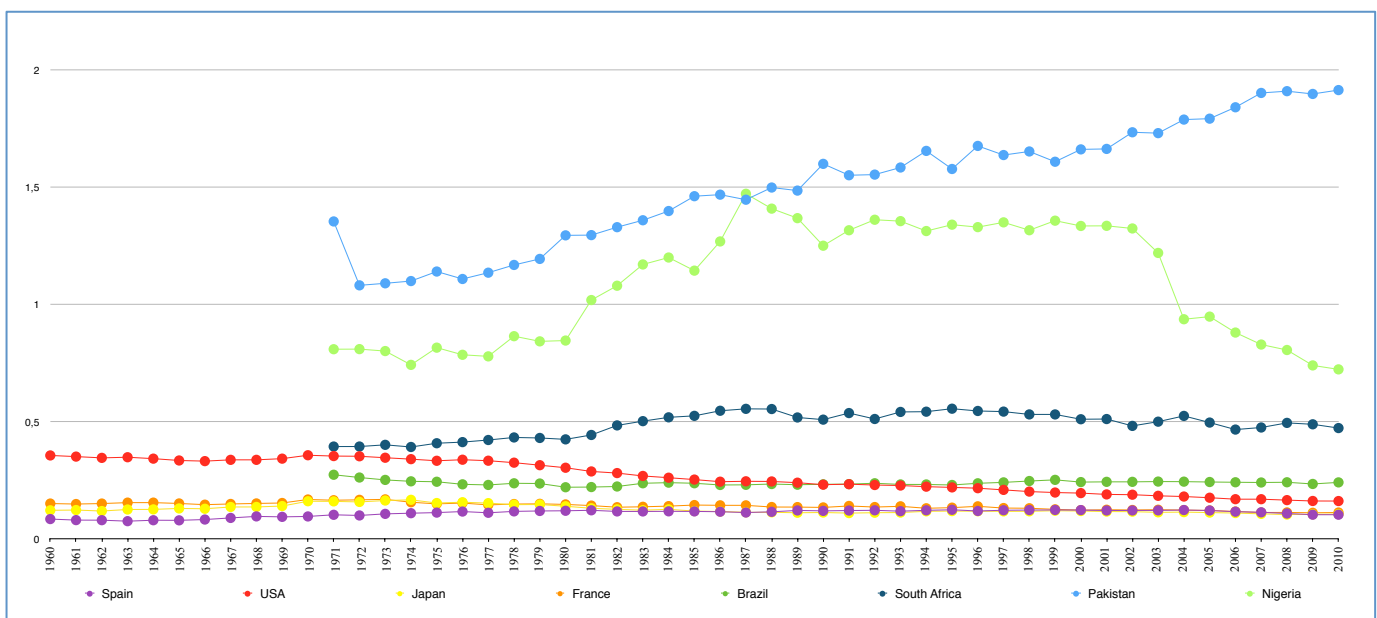


Figura 3.2 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Intensidad Energética.

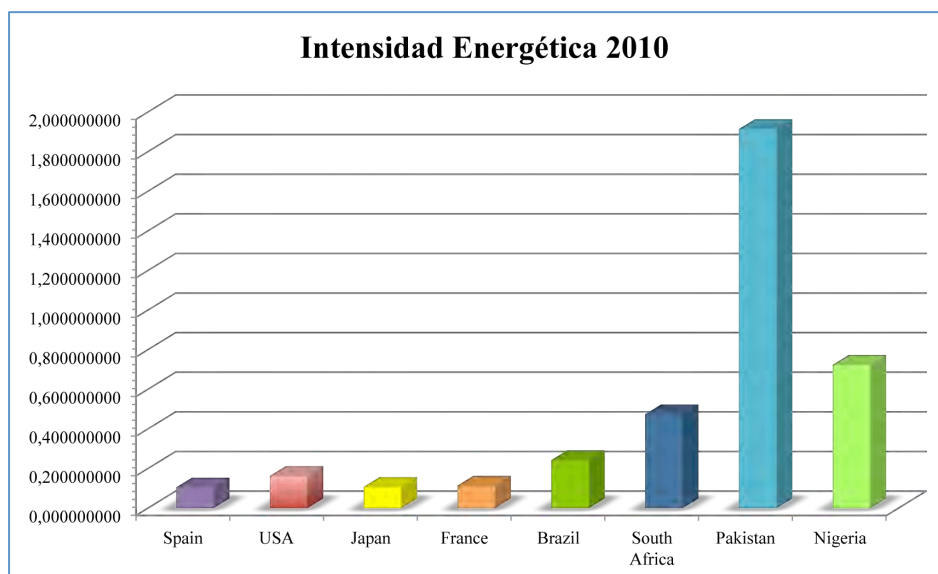


Figura 3.3 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Año 2010.

### 3.3 ENERGÍA USADA

En este gráfico (Fig. 3.4) comprobamos como todos tienen tendencia ascendente y destacando muy por encima del resto, los EEUU. También se puede diferenciar a Japón, algo por encima del resto de países pero a gran distancia de los EEUU.

Con esta figura (3.4) y la 3.2 podemos caracterizar el concepto de eficiencia energética, corroborando la curva Kuznets, también se ve en las figuras 3.3 y 3.5 (representativos ambos del año 2010) la gran diferencia que existe entre Intensidad energética y uso de la misma. Se puede apreciar como Nigeria y Pakistán (nivel medio-bajo de desarrollo económico) tienen unos niveles de Intensidad Energética muy altos en proporción con la Energía Utilizada. El caso de Pakistán es un claro ejemplo de cómo un país que se encuentra en la etapa inicial de la curva de Kuznets, aumenta su consumo energético y, al no tener un desarrollo tecnológico adecuado, su eficiencia energética es mala.

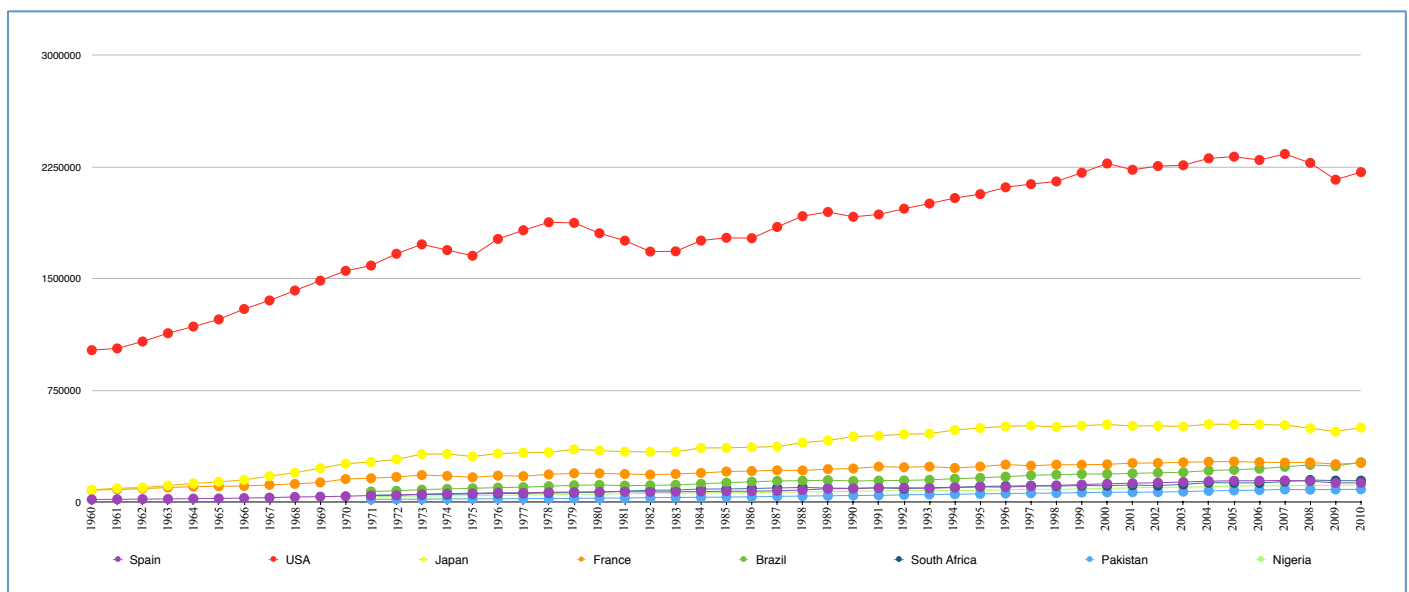
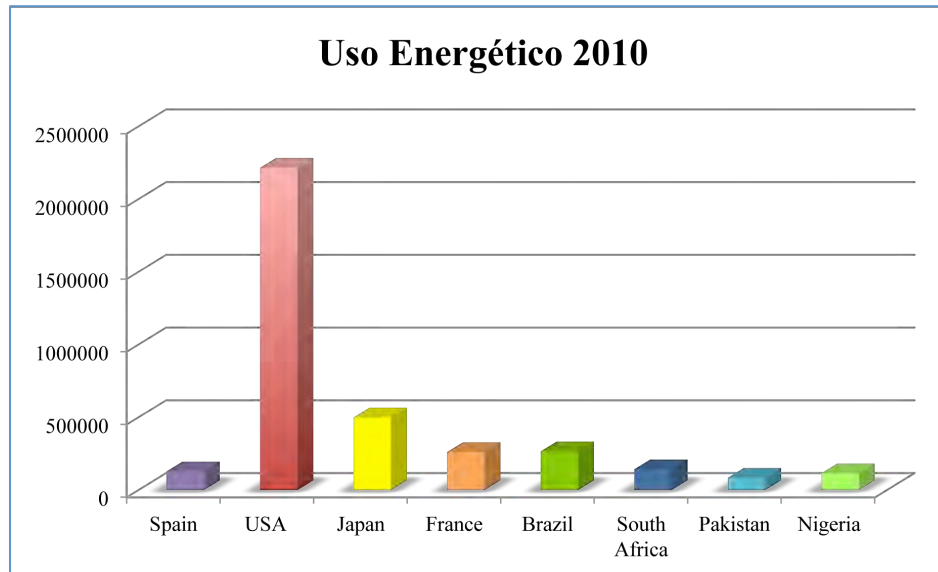


Figura 3.4 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Energía Usada.

Por otro lado en los países de alto desarrollo económico, se puede apreciar como descende su Intensidad Energética a pesar de que aumenta la energía utilizada, lo que los sitúa en la última etapa de la curva de Kuznets. Tanto Sudáfrica como Brasil (nivel de desarrollo económico medio-alto) se situarían en la segunda etapa de la curva de Kuznets.



**Figura 3.5 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Año 2010.**

### 3.4 PRODUCTO INTERIOR BRUTO (PIB)

El conjunto de países muestra una tendencia ascendente, habiendo nuevamente una gran diferencia entre EEUU y el resto. Como puntos clave en el gráfico (Fig. 3.6), cabe destacar 2008 como periodo de recesión del conjunto de países de desarrollo económico alto y medio-alto, el cual no ha afectado tanto a los países de nivel medio-bajo. Brasil se acerca a niveles de España, ya que hablamos de PIB total y no per cápita.

Como curiosidad podemos ver la etapa de recesión en España en la crisis del 92 (ANEXO I, Tabla I.3 Evolución del PIB)

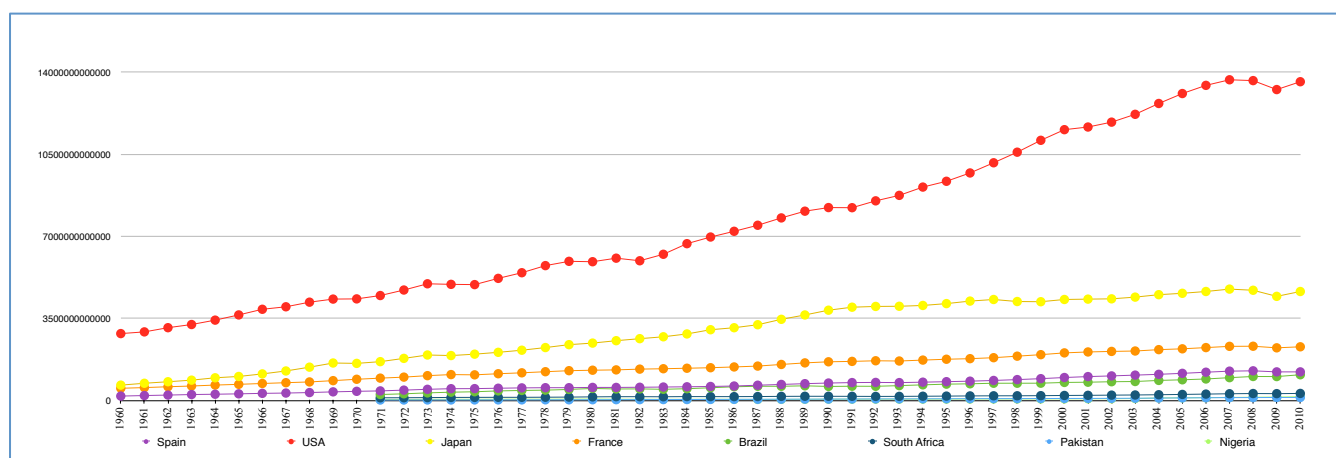


Figura 3.6 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. PIB.

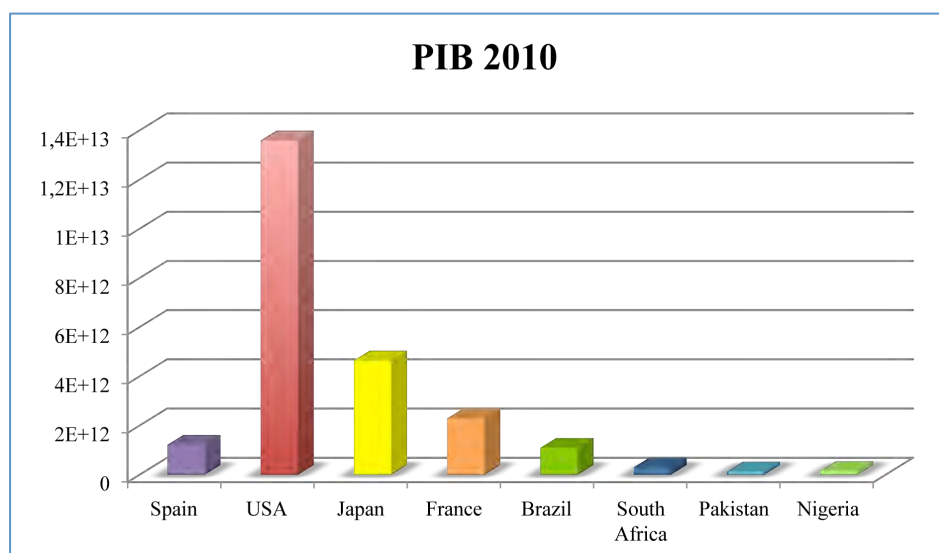


Figura 3.7 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Año 2010.

### 3.5 PIB PER CÁPITA

En este gráfico (Fig. 3.8) se ve el aumento generalizado de PIB per cápita del conjunto de países. Las diferencias entre los países desarrollados disminuyen con respecto a los de Producto Interior Bruto debido al impacto de la población.

De nuevo se aprecia como la crisis del 2008 afecta negativamente a los países de alto desarrollo económico, y de los de medio-alto.

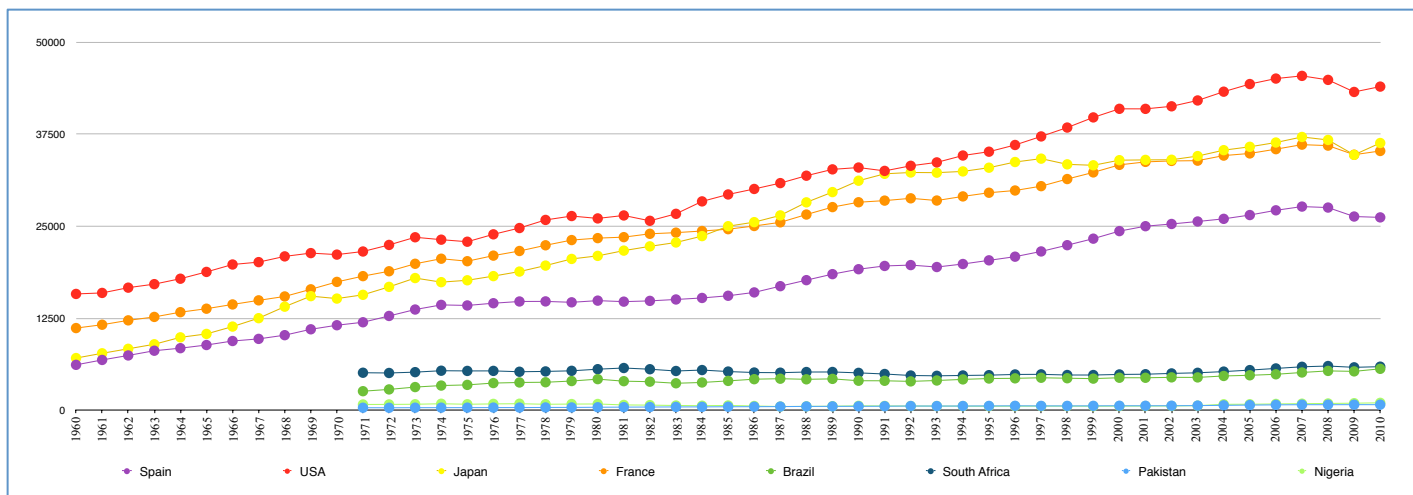


Figura 3.8 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. PIB per cápita.

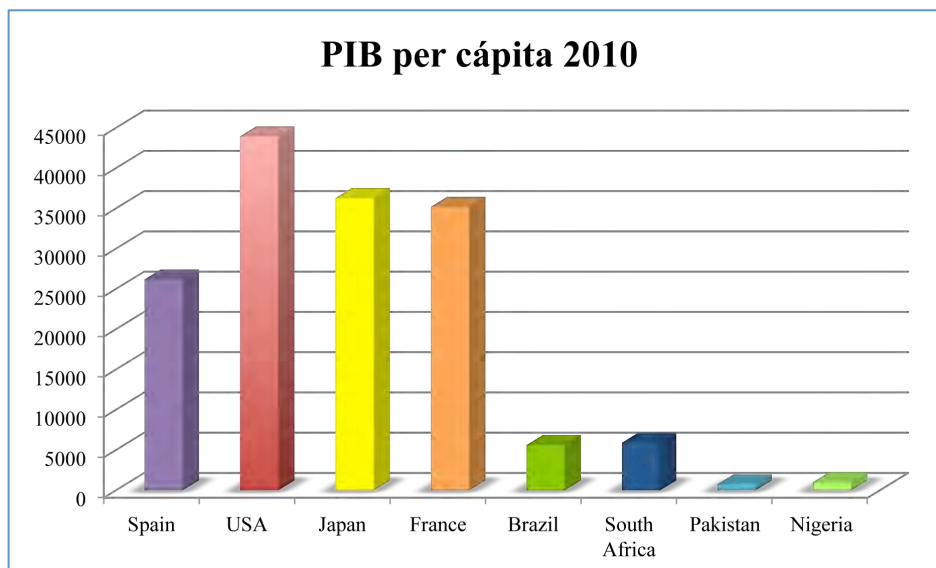


Figura 3.9 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Año 2010.

### 3.6 POBLACIÓN TOTAL

Tendencia ascendente de los países de nivel medio-alto y medio-bajo, así como en EEUU y Francia aunque estos últimos en menor medida. Algo menor en España y un estancamiento en Japón.

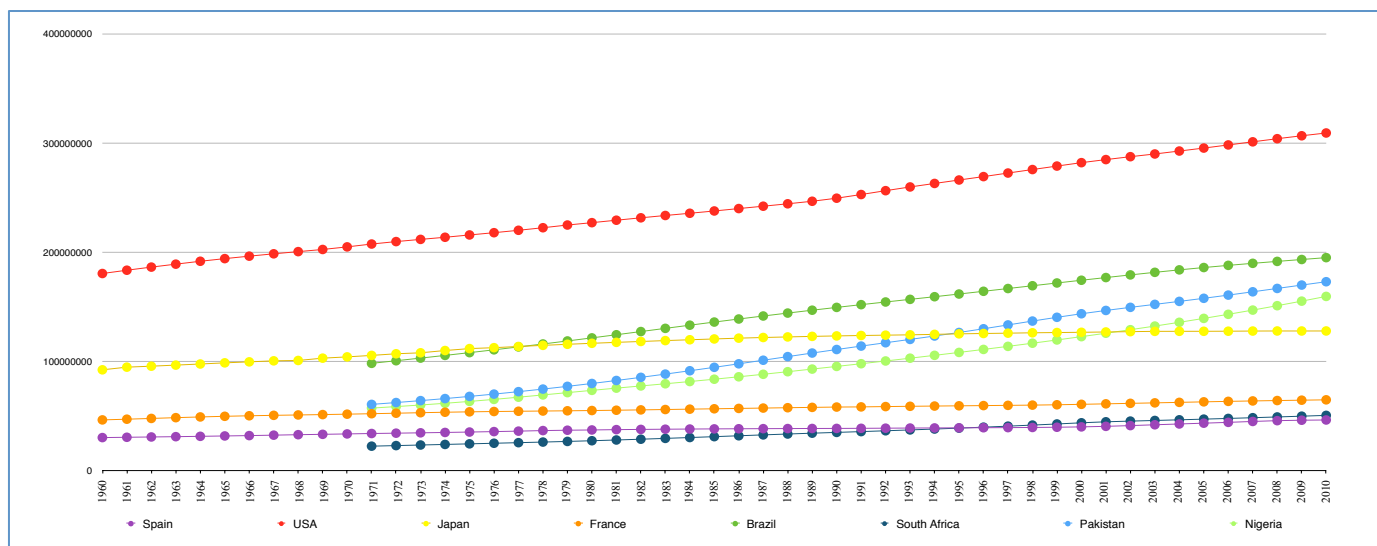


Figura 3.10 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Población Total.

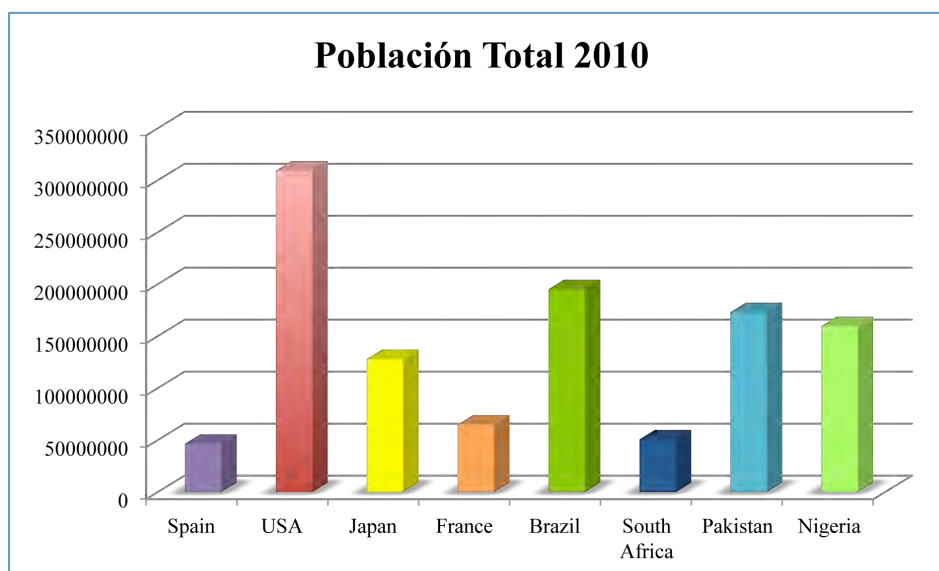


Figura 3.11 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Año 2010.

### 3.7 POBLACIÓN URBANA

En este gráfico (Fig. 3.12), destacan Nigeria, Pakistán, Brasil y EEUU. Todos ellos con un aumento progresivo de su población urbana.

Por el contrario también se aprecia el estancamiento de Francia y España.

En contraposición al de la figura 3.10 de Población total, cabe destacar que Nigeria y Pakistán poseen los niveles de urbanización más bajos en proporción con el resto de los países.

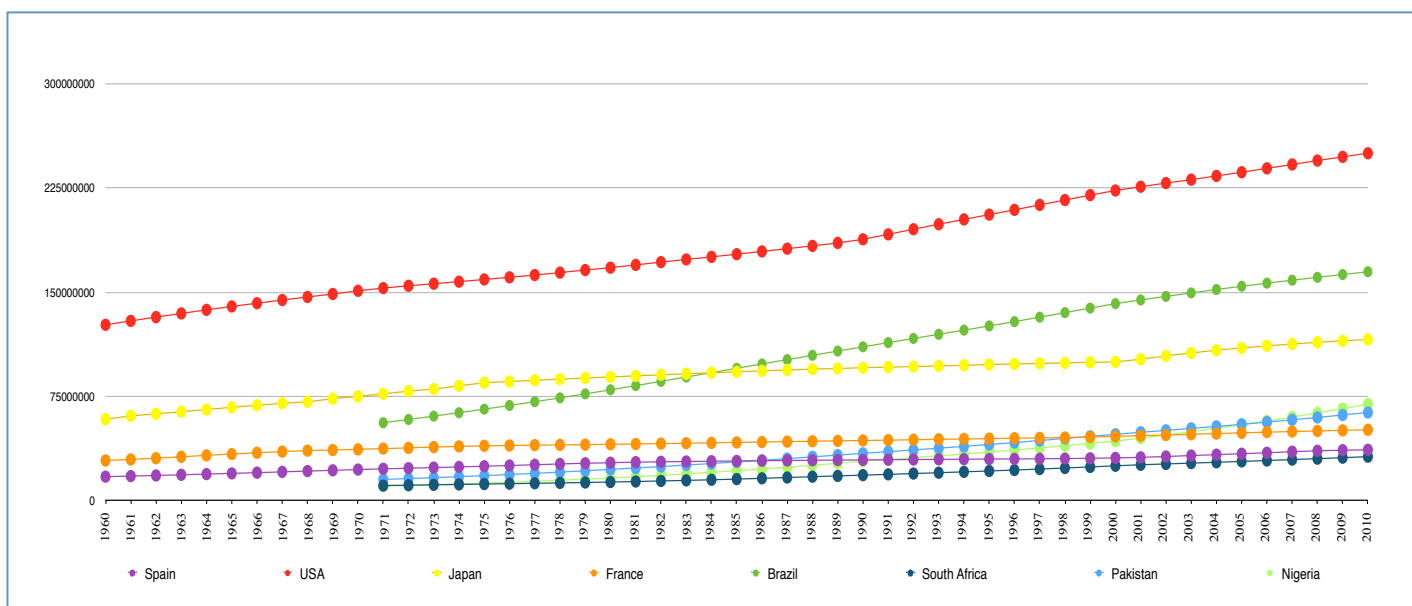


Figura 3.12 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Población Urbana.

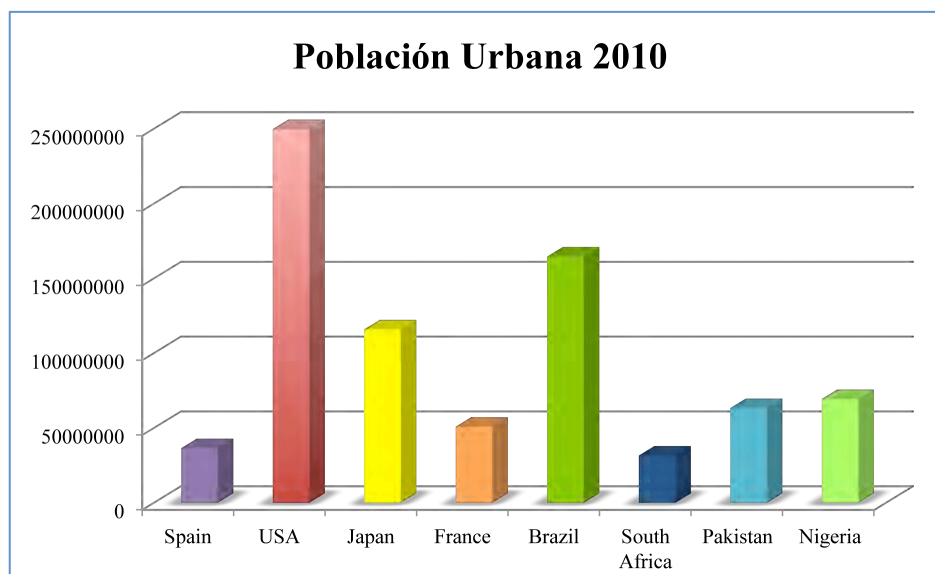


Figura 3.13 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Año 2010.

### 3.8 EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

Se puede apreciar en la siguiente figura (3.14) como los países de alto desarrollo económico tienen una tendencia decreciente, lo que corrobora de nuevo la teoría de Kuznets. Llama la atención Nigeria y Sudáfrica que sus trayectorias son no estacionarias. Además Pakistán destaca por su tendencia ascendente.

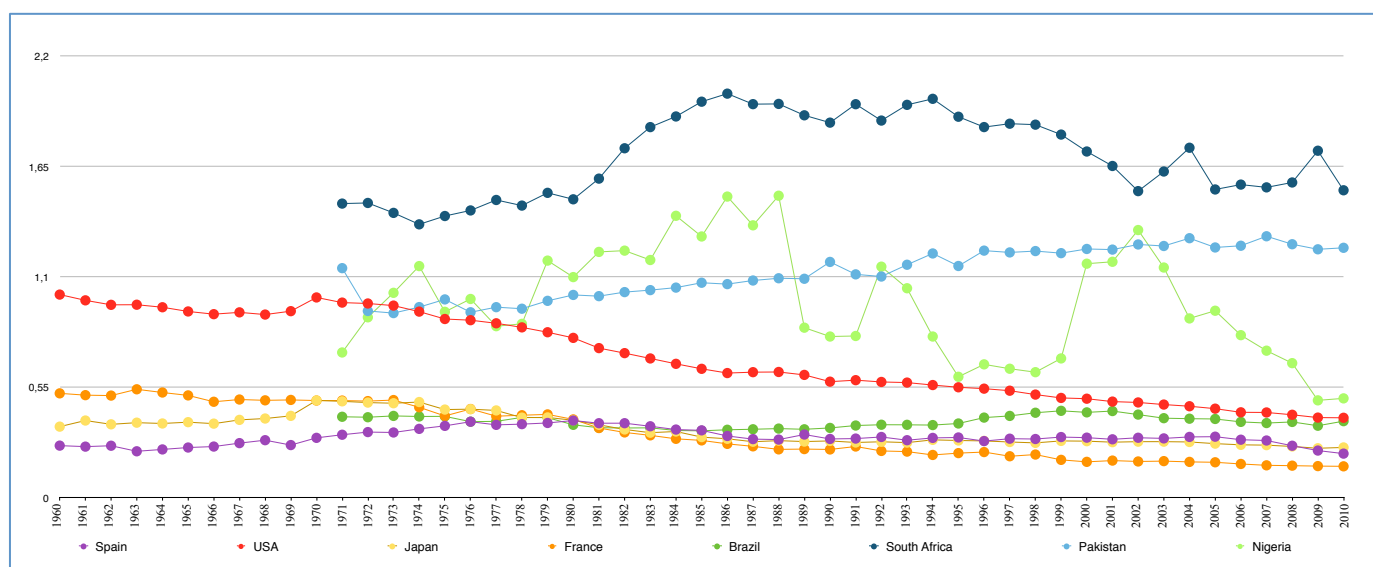


Figura 3.14 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Emisiones de CO<sub>2</sub>.

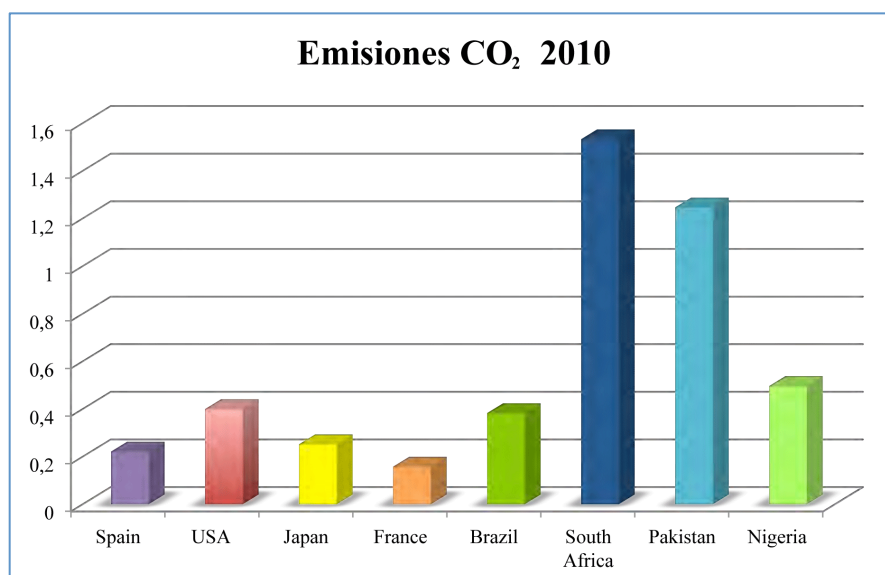


Figura 3.15 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Año 2010.



### 3.9 EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PER CÁPITA

En la siguiente figura (3.16) no se perciben tendencias claras y los niveles son similares desde el comienzo de la muestra (1960) hasta el final (2010).

Se aprecia la diferenciación de EEUU del resto de países y por el contrario Nigeria, Pakistán y Brasil que se encuentran a niveles muy inferiores del resto.

Hablando de emisiones CO<sub>2</sub> per cápita los países de alto desarrollo económico aumentan en proporción con el resto, al contrario si hablamos de las emisiones de CO<sub>2</sub> totales.

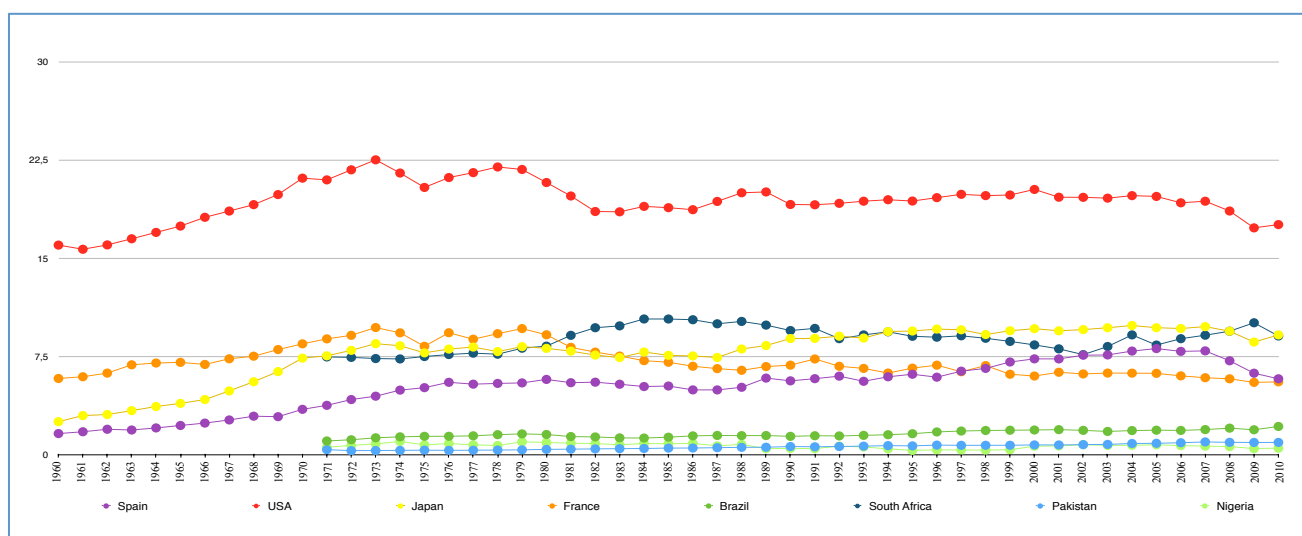


Figura 3.16 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita.

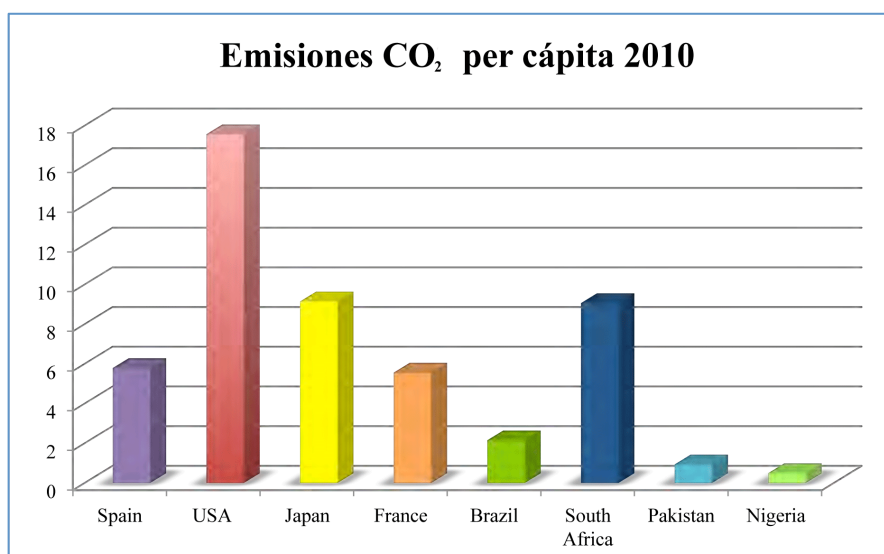


Figura 3.17 Elaboración propia basado en datos del Banco Mundial. Año 2010.

## 4. METODOLOGÍA

El enfoque dominante en la mayor parte de trabajos que utilizan el modelo STIRPAT, o alguna de sus variantes, consiste en analizar si existe cointegración entre el conjunto de variables que intervienen en el modelo. Este mismo planteamiento es el que vamos a seguir también aquí, estructurado en las dos etapas habituales: (i)- Análisis de orden de integración y (ii)- Análisis de cointegración.

En la primera etapa utilizaremos los contrastes de Dickey-Fuller Aumentado, DFA. Para cada serie seleccionaremos el modelo más apropiado (Dickey y Fuller, 1979; Greene, 1999):

$$\begin{aligned} \bullet M_1 : \Delta y_t &= \phi_1 y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \gamma_j \Delta y_{t-j} + u_t \\ \bullet M_2 : \Delta y_t &= \delta + \phi_1 y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \gamma_j \Delta y_{t-j} + u_t \\ \bullet M_3 : \Delta y_t &= \delta + \alpha t + \phi_1 y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \gamma_j \Delta y_{t-j} + u_t \end{aligned} \quad (1)$$

$M_1$  es un modelo sin estructural determinística,  $M_2$  incluye un término constante y  $M_3$  además un término de tendencia. La selección la haremos atendiendo al gráfico de la serie. El valor de  $q$ , que marca la estructura dinámica para corregir posibles problemas de autocorrelación en la ecuación lo fijaremos, como es habitual, de forma automática con el estadístico AIC. La ecuación la estimaremos por MCO y contrastaremos la hipótesis de raíz unitaria en la serie; esto es:

$$\left. \begin{aligned} H_0 : \phi_1 &= 0 \rightarrow I(1) \\ H_A : \phi_1 &< 0 \rightarrow I(0) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

El estadístico de contraste es el t-ratio de la estimación MCO de  $\phi_1$  en la correspondiente ecuación ( $t_{\hat{\phi}_1}$ ).

Para tomar una decisión, utilizaremos la distribución tabulada del estadístico DFA. Si aceptamos la hipótesis nula, la conclusión será que hemos encontrado una raíz unitaria en la serie y reiteraremos el proceso con la primera diferencia. El rechazo de la hipótesis nula, en alguno de estos bucles, nos determina el orden de integración de la serie.

Cointegración significa que tenemos un conjunto de series del mismo orden de integración,  $I(d)$  por ejemplo, y que existe una o varias combinaciones lineales entre

ellas que producen una serie integrada de orden inferior,  $I(d-m)$ . En este caso diremos que ese conjunto de series es  $CI(d,m)$ . El requisito de cointegración es importante porque indica que existe una relación de equilibrio a largo plazo que actúa en ese conjunto de series, de modo que las desviaciones que se produzcan, en relación a la trayectoria de equilibrio, tienden a compensarse en un plazo relativamente corto de tiempo. En nuestro caso, vamos a examinar cointegración utilizando el enfoque de Engle-Granger (Engle y Granger, 1987; Greene, 1999), que consiste simplemente en analizar si los residuos de la ecuación de cointegración, donde se relacionan las variables de interés, son estacionarios,  $I(0)$ .

La ecuación de cointegración, en general, será una ecuación estática, que puede incluir una constante y una tendencia dependiendo de los resultados de los contrastes de integración, como :

$$y_t = \alpha + \beta t + \theta_1 x_{1t} + \theta_2 x_{2t} \dots + \theta_p x_{pt} + \varepsilon_t \quad (3)$$

donde  $t$  es un término de tendencia. El contraste de Engle-Granger consiste en analizar el orden de integración de los residuos de la última ecuación, utilizando por ejemplo el contraste ADF. Aceptaremos cointegración únicamente si podemos rechazar la hipótesis nula de (2), lo que significa que los residuos son  $I(0)$ .

La única peculiaridad que debemos tener en cuenta es que los puntos críticos de la distribución del estadístico ADF, obtenidos para los residuos de la ecuación de (3), cambian. Es decir, no son los mismos que los correspondientes al mismo estadístico pero obtenidos para los valores originales de una serie (en este punto trabajamos con los residuos de la estimación MCO de la ecuación anterior). Engle y Granger (1987) han tabulado la distribución empírica correspondiente al estadístico ADF para los residuos de (3).

#### 4.1. RESULTADOS

Como se ha indicado en el apartado anterior, utilizaremos los contrastes de Dickey-Fuller Aumentado, DFA, en la primera etapa. Para cada serie seleccionaremos el modelo más apropiado por simple inspección visual del gráfico de la variable. A continuación analizaremos si existe cointegración entre las variables identificadas con el mismo orden de integración, utilizando el contraste de Engle-Granger. Por último, si detectamos que existe cointegración, estimaremos el vector de cointegración correspondiente.

El estudio, como se ha indicado en la sección tercera, lo vamos a realizar para cuatro países desarrollados (España, Francia, EEUU y Japón), y otros cuatro en vías de desarrollo (Nigeria, Pakistán, Brasil y Sudáfrica). Estos resultados nos permitirán decidir si, en primer lugar, existe una relación estable a largo plazo entre las variables que forman parte del enfoque STIRPAT para cada país en cuestión y a continuación discutir la relación entre las variables utilizando esa relación a largo plazo.

Los principales resultados aparecen en las Tablas 4.1 a 4.8, una para cada país. Empleamos la notación introducida en la sección anterior con la única salvedad de que hemos suavizado las series tomando logaritmos naturales, lo que denotamos con el símbolo 'l' que aparece delante de cada variable.

La evidencia que obtenemos presenta algunas sorpresas con respecto a la literatura tradicional sobre el tema (Alam et al, 2007). La primera es que, por ejemplo, las series de población en la mayor parte de los casos debemos catalogarlas como estacionarias en torno a una tendencia (series  $I(0)$  con una tendencia). Solamente en el caso de Japón y de Sudáfrica, la población aparece como  $I(1)$  con tendencia. Lo mismo ocurre con el indicador de urbanización y con la fracción de población entre 15 y 64 años.

Las otras variables como el indicador de emisiones de  $CO_2$ ,  $CO_2\$05$ , la renta per cápita,  $GDPpc$ , el consumo per cápita de energía,  $EUpc$ , y la intensidad de uso de energía,  $EU2$ , son, en general, series  $I(1)$  con tendencia. Esto significa que la variable de población no puede entrar en la relación de cointegración correspondiente, salvo para los casos ya mencionados de Japón y Sudáfrica.

En las ecuaciones de cointegración hemos tenido que optar por un indicador del consumo de energía, intensidad o consumo per cápita, porque al estar tan próximas entre ellas, una expulsa a la otra. Los resultados varían poco pero hemos preferido

mantener como indicador la de intensidad del consumo de energía, variable  $leu2$  que es la que aparece en las ecuaciones de cointegración más abajo.

En consecuencia, las ecuaciones de cointegración que analizamos tienen tres variables (además de una tendencia),  $lco2$ ,  $ldgppc$  y  $leu2$ , salvo para Japón y Sudáfrica que al incluir también la población,  $lpop$ , aparecen 4 variables. Aquí encontramos una nueva sorpresa puesto que solo detectamos cointegración para los países desarrollados (España, Francia, EEUU y Japón) y para Sudáfrica, país en vías de desarrollo en buena posición. Por el contrario, debemos descartar la hipótesis de cointegración para los otros países en vías de desarrollo (Nigeria, Pakistán y Brasil).

Únicamente estimamos la ecuación de cointegración para aquellos casos en los que el contraste de Engle-Granger nos indica que existe, efectivamente, cointegración, con los resultados que se indican en las Tablas. En general, las estimaciones se ajustan a las predicciones de la teoría dado que obtenemos unos impactos positivos de la renta sobre las emisiones y negativos en lo que respecta al indicador de intensidad de la energía. Por ejemplo, en el caso de España, la ecuación estimada es:

$$\hat{lco2} = 43.974 + 0.459 \times \lg dppc - 0.767 \times leu2 + 0.142 \times t \quad (6)$$

Es decir, la elasticidad de las emisiones con respecto a la renta es 0.459 (si aumenta la renta un 1% las emisiones aumentarán en un 0.459%) y es negativa con respecto a la intensidad de uso de la energía, -0.767.

Debe notarse que estas estimaciones varían considerablemente entre los países.

#### *Como conclusiones caben destacar las siguientes:*

Para aplicar el modelo STIRPAT hay que tener en cuenta el desarrollo de los países. A partir de nuestros resultados encontramos evidencia de que no debería utilizarse para los países menos desarrollados, sin embargo sí que parece relevante para los países desarrollados.

Por otro lado en los países que es aplicable, como son EEUU, Japón, Francia, España los resultados indican que a mayor desarrollo económico menores son las emisiones de  $CO_2$ , lo que corrobora la teoría de la curva de Kuznets, la cual nos dice que los países que se encuentran en la última etapa de la curva (países con mayor desarrollo económico) tienen una tendencia decreciente y mayor desarrollo económico.

Además otra conclusión importante es que a mayor intensidad energética menores serán las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Así pues, como ya decíamos en la sección dos, pensamos que la mejor herramienta para combatir este problema es a través del desarrollo tecnológico, siendo éste el que nos permita mantener un nivel de vida similar al actual, sin destrozar el planeta en el que habitamos.

Tabla 4.1: Análisis de cointegración del modelo STIRPAT. ESPAÑA									
	I(0)				I(1)				Conclusi.
	cte		cte+tend		cte		cte+tend		
	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	
CO <sub>2</sub> \$05	-0.71	0.83	-0.71	0.97	-6.57	0.00	-7.23	0.00	I(1) +tend
DGPpc	-1.44	0.55	-2.51	0.58	-3.07	0.03	-3.27	0.08	I(1) +tend
POP	-0.61	0.86	-4.89	0.00					I(0)+tnd
PO15/64	-3.76	0.01	-2.49	0.33					I(0)+cte
URBAN	-1.70	0.42	-2.57	0.30	-2.25	0.19	-1.40	0.02	I(1)+tnd
EU2	-2.16	0.22	-0.30	0.99	-4.20	0.00	-5.34	0.00	I(1) +tend
Eupc	-1.88	0.33	-0.40	0.98	-2.99	0.04	-3.43	0.05	I(1) +tend
Muestra: 1962 - 2012									
Test de cointegración de Engle-Granger					Ecuación de cointegración				
Ele. Deter.: Tendencia			Retardos = 2			Estima.	dsv. tp.	tratio	pvalor
Test		pvalor	Conclusión		lco2	1.000	-	-	-
-4.2370		0.0363	Rechazamos H <sub>0</sub>		lgdppc	0.459	0.102	-4.490	0.000
					leu2	-0.767	0.838	0.920	0.360
					tend.	0.142	-	-	-
					const.	43.974	-	-	-
CONCLUSIÓN: HAY COINTEGRACIÓN									

Tabla 4.2: Análisis de cointegración del modelo STIRPAT. EEUU									
	I(0)				I(1)				Conclusi.
	cte		cte+tend		cte		cte+tend		
	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	
CO <sub>2</sub> \$05	0.90	0.99	-1.77	0.70	-5.48	0.00	-5.61	0.00	I(1) +tend
DGPpc	-2.44	0.13	-2.58	0.29	-5.18	0.00	-5.65	0.00	I(1) +tend
POP	-1.22	0.65	-2.18	0.49	-3.08	0.03	-3.14	0.11	I(1)+cte.
PO15/64	-3.11	0.03	0.98	0.99					I(0)+cte
URBAN	0.07	0.94	-3.69	0.03					I(0)+tend
EU2	0.01	0.99	-2.11	0.53	-3.23	0.02	-3.23	0.09	I(1) +tend
Eupc	-3.33	0.02	-2.54	0.30	-4.39	0.01	-5.08	0.00	I(1) +tend
Muestra: 1962 - 2010									
Test de cointegración de Engle-Granger					Ecuación de cointegración				
Ele. Deter.: Tendencia			Retardos = 2			Estima.	dsv. tp.	tratio	pvalor
Test	pvalor	Conclusión			lco2	1.000	-	-	-
-6.5031	0.0000	Rechazamos H <sub>0</sub>			lgdppc	2.373	0.381	-6.220	0.000
					leu2	-1.571	0.222	7.080	0.000
					tend.	-0.061	-	-	-
					const.	-24.562	-	-	-
CONCLUSIÓN: HAY COINTEGRACIÓN									

Tabla 4.3: Análisis de cointegración del modelo STIRPAT. JAPÓN									
	I(0)				I(1)				Conclusi.
	cte		cte+tend		cte		cte+tend		
	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	
CO₂\$05	-0.13	0.94	-2.10	0.53	-6.90	0.00	-6.87	0.00	I(1) +tend
DGPpc	-6.81	0.00	-2.61	0.27	-4.21	0.00	-5.74	0.00	I(1) +tend
POP	-2.24	0.19	-2.79	0.21	-1.94	0.19	-4.93	0.00	I(1)+tend
PO15/64	-1.69	0.43	-0.28	0.99	-1.65	0.45	-3.73	0.03	I(0)+tend
URBAN	-0.09	0.94	-2.95	0.15	-1.78	0.39	-1.67	0.70	I(0)+tend
EU2	-0.33	0.91	-1.95	0.61	-4.12	0.00	-4.51	0.00	I(1) +tend
Eupc	-3.09	0.03	-0.48	0.98	-3.22	0.02	-4.55	0.00	I(1) +tend
Muestra: 1962 - 2010									
Test de cointegración de Engle-Granger					Ecuación de cointegración				
Ele. Deter.: Tendencia		Retardos = 2				Estima.	dsv. tp.	tratio	pvalor
Test	pvalor	Conclusión			lco2	1.000	-	-	-
-6.3181	0.0000	Rechazamos H <sub>0</sub>			lgdppc	2.402	0.402	-3.290	0.001
					leu2	-1.244	0.693	3.810	0.000
					lpop	11.052	1.809	6.110	-
					tend.	0.004	-	-	-
					const.	179.44	-	-	-
CONCLUSIÓN: HAY COINTEGRACIÓN									

Tabla 4.4: Análisis de cointegración del modelo STIRPAT. FRANCIA									
	I(0)				I(1)				Conclusi.
	cte		cte+tend		cte		cte+tend		
	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	
CO <sub>2</sub> \$05	0.02	0.95	-2.65	0.26	-8.29	0.00	-8.25	0.00	I(1) +tend
DGPpc	-6.63	0.00	-1.46	0.82	-3.67	0.01	-5.45	0.00	I(1) +tend
POP	-0.44	0.89	-4.05	0.01					I(0)+tend
PO15/64	-3.94	0.00	-2.97	0.14					I(0)+cte
URBAN	0.77	0.99	-4.33	0.01					I(0)+tend
EU2	-0.15	0.93	-2.73	0.23	-7.67	0.00	-7.83	0.00	I(1) +tend
Eupc	-2.90	0.05	-0.78	0.96	-6.66	0.00	-7.74	0.00	I(1) +tend
Muestra: 1962 - 2010									
Test de cointegración de Engle-Granger					Ecuación de cointegración				
Ele. Deter.: Tendencia			Retardos = 2			Estima.	dsv. tp.	tratio	pvalor
Test	pvalor		Conclusión		lco2	1.000	-	-	-
-4.5738	0.0133		Rechazamos H <sub>0</sub>		lgdppc	1.329n	0.402	-3.290	0.001
					leu2	-2.638	0.693	3.810	0.000
					tend.	0.491	-	-	-
					const.	175.19	-	-	-
CONCLUSIÓN: HAY COINTEGRACIÓN									

Tabla 4.5: Análisis de cointegración del modelo STIRPAT. BRASIL									
	I(0)				I(1)				Conclusi.
	cte		cte+tend		cte		cte+tend		
	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	
CO <sub>2</sub> \$05	-1.58	0.78	-1.49	0.52	-4.79	0.00	-4.75	0.00	I(1) +tend
DGPpc	0.17	0.97	-3.53	0.05	-4.83	0.00	-3.19	0.10	I(1) +tend
POP	-4.84	0.00	-4.90	0.00	-0.44	0.89	-4.93	0.00	I(0)+tend
PO15/64	-0.29	0.99	-2.25	0.45	-3.02	0.04	-2.99	0.15	I(1)+cte
URBAN	-2.11	0.24	-0.15	0.99	-2.11	0.24	-0.16	0.99	I(0)+cte
EU2	-4.25	0.00	-4.32	0.00	-3.51	0.01	-3.16	0.10	I(0) +tend
Eupc	0.17	0.97	-1.28	0.88	-6.21	0.00	-6.23	0.00	I(1) +tend
Muestra: 1973 - 2010									
Test de cointegración de Engle-Granger									
Ele. Deter.: Tendencia		Retardos = 2							
Test	pvalor	Conclusión							
-3.7648	0.1167	Aceptamos H <sub>0</sub>							
CONCLUSIÓN: NO HAY COINTEGRACIÓN									



Tabla 4.6: Análisis de cointegración del modelo STIRPAT. SUDÁFRICA									
	I(0)				I(1)				Conclusi.
	cte		cte+tend		cte		cte+tend		
	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	
CO <sub>2</sub> \$05	-1.45	0.55	-1.05	0.92	-5.96	0.00	-6.18	0.00	I(1) +tend
DGPpc	-0.98	0.74	-1.13	0.91	-4.12	0.00	-4.17	0.01	I(1) +tend
POP	-2.44	0.14	0.41	0.99	-1.05	0.72	-3.24	0.09	I(1)+tend
PO15/64	-3.78	0.01	-3.05	0.13	-1.26	0.63	-0.81	0.95	I(0)+cte
URBAN	-0.53	0.87	-3.30	0.08	-1.47	0.54	-1.95	0.60	I(0)+tend
EU2	-1.80	0.37	-0.80	0.96	-5.62	0.00	-6.20	0.00	I(1) +tend
Eupc	-2.12	0.23	-1.93	0.63	-6.08	0.00	-6.18	0.00	I(1) +tend
Muestra: 1973 - 2010									
Test de cointegración de Engle-Granger					Ecuación de cointegración				
Ele. Deter.: Tendencia		Retardos = 2			Estima.	dsv. tp.	tratio	pvalor	
Test	pvalor	Conclusión		lco2	1.000	-	-	-	
-5.4629	0.0009	Rechazamos H <sub>0</sub>		lgdppc	3.776	0.858	-4.400	0.000	
				leu2	-1.098	0.665	1.650	0.099	
				lpop	-25.845	4.091	-6.320	0.000	
				tend.	0.563	-	-	-	
				const.	470.28	-			
CONCLUSIÓN: HAY COINTEGRACIÓN									

Tabla 4.7: Análisis de cointegración del modelo STIRPAT. PAKISTÁN									
	I(0)				I(1)				Conclusi.
	cte		cte+tend		cte		cte+tend		
	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	
CO <sub>2</sub> \$05	-1.35	0.59	0.17	0.99	-8.46	0.00	-7.10	0.00	I(1) +tend
DGPpc	-1.25	0.64	-1.77	0.70	-5.63	0.00	-5.70	0.00	I(1) +tend
POP	-2.45	0.13	-3.13	0.11	-0.41	0.89	-2.97	0.15	I(0)+tend
PO15/64	-3.36	0.02	-4.10	0.01	-2.28	0.18	-3.21	0.09	I(0)+cte
URBAN	-1.36	0.99	-2.36	0.38	-0.84	0.79	-2.10	0.52	I(0)
EU2	-0.44	0.89	-1.30	0.87	-8.39	0.00	-8.27	0.00	I(1) +tend
Eupc	-0.74	0.82	-1.82	0.67	-5.30	0.00	-5.28	0.00	I(1) +tend
Muestra: 1973 - 2011									
Test de cointegración de Engle-Granger									
Ele. Deter.: Tendencia			Retardos = 2						
Test		pvalor	Conclusión						
-2.3856		0.5442	Aceptamos H <sub>0</sub>						
CONCLUSIÓN: NO HAY COINTEGRACIÓN									

Tabla 4.8: Análisis de cointegración del modelo STIRPAT. NIGERIA									
	I(0)				I(1)				Conclusi.
	cte		cte+tend		cte		cte+tend		
	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	DFA	pvalor	
CO <sub>2</sub> \$05	-1.75	0.40	-2.36	0.39	-3.92	0.00	-3.96	0.02	I(1) +tend
DGPpc	-0.46	0.88	-0.48	0.98	-3.80	0.00	-4.49	0.01	I(1) +tend
POP	-0.83	0.80	-7.61	0.00	-7.01	0.00	-7.01	0.00	I(0)+tend
PO15/64	-5.38	0.00	-5.39	0.00	-2.37	0.15	-1.91	0.63	I(0)+cte
URBAN	0.92	0.99	-2.03	0.56	-1.59	0.47	-1.95	0.61	I(0)
EU2	-0.74	0.82	-0.23	0.99	-5.05	0.00	-5.68	0.00	I(1) +tend
Eupc	-2.85	0.06	-1.85	0.66	-5.71	0.00	-6.26	0.00	I(1) +tend
Muestra: 1973 - 2011									
Test de cointegración de Engle-Granger									
Ele. Deter.: Tendencia			Retardos = 2						
Test		pvalor	Conclusión						
-2.3484		0.7644	Aceptamos H <sub>0</sub>						
CONCLUSIÓN: NO HAY COINTEGRACIÓN									

## 5. CONCLUSIONES

El objetivo de realizar este trabajo fue el de aportar algo más a la investigación sobre el cambio climático ya que es un gran problema actual agravándose con el paso del tiempo, si no se toman las medidas adecuadas a nivel mundial.

Nuestra investigación se basa en el análisis del modelo STIRPAT comprobando su veracidad y/o su aplicabilidad a nivel global tomando como muestra diferentes regiones que representan la diversidad de países.

Para analizar el modelo hemos seleccionado, siguiendo la clasificación del Banco Mundial de Datos:

- Cuatro países de alto desarrollo económico:
  - EE.UU, Japón, Francia, España.
- - Dos países de medio/alto desarrollo económico:
  - Brasil, Sudáfrica.
- - Dos países de medio/bajo desarrollo económico:
  - Pakistán, Nigeria.

Las variables que hemos analizado para ver como afectan en las emisiones de CO<sub>2</sub> han sido:

- Intensidad energética.
- Energía usada.
- PIB.
- PIB per cápita.
- Población total.
- Población urbana.
- Emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita.

Tras aplicar el análisis concluimos con la recomendación de aplicar el modelo STIRPAT a los países desarrollados y la no recomendación de su uso en los menos desarrollados, ya que se acepta la hipótesis nula y concluimos con que no hay cointegración entre las variables.

No hemos visto evidencias para decir que la población o el nivel de urbanización son factores determinantes en los cambios de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, si que lo son la Intensidad energética y el PIB per cápita.

A mayor Intensidad energética mayores son las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Por otro lado y corroborando la hipótesis de Kuznets, en los países desarrollados, a mayor PIB (mayor desarrollo económico) menores son las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Ambas conclusiones son aplicables a los cuatro países desarrollados estudiados (EEUU, Japón, Francia y España).

Con nuestro estudio hemos visto que un modelo tan importante como es el STIRPAT, del cual nace la identidad de Kaya, es ineficiente en su aplicación a países de medio/bajo desarrollo económico, y también según casos, en países de desarrollo medio/alto, pues en nuestro estudio, en Sudáfrica sí hay cointegración, pero en Brasil no la hay, así pues nuestra principal aportación es la necesidad de o bien, modificar y evolucionar el modelo para los países menos desarrollados económicamente o la creación de un nuevo modelo para estos.

Para terminar concluimos que es a través del factor tecnológico la manera idónea de combatir el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> y por consiguiente el cambio climático.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1 ARTÍCULOS

- ALAM, S., FATIMA, A. y BUTT, M. (2007). "Sustainable development in Pakistan in the context of energy consumption demand and environmental degradation", *Journal of Asian Economics*, 18, 825-837.
- ALDY, J. E. (2005). "An Environmental Kuznets Curve Analysis of U.S. State-Level Carbon Dioxide Emissions" *The Journal of Environment & Development*, 14, 48-72.
- CHIPPERFIELD, M. P., DHOMSE, S. S., FENG, W., McKENZIE, R. L., VELDEERS, G. J. M., & PYLE, J. A. (2015). "Quantifying the ozone and ultraviolet benefits already achieved by the Montreal Protocol". *Nature Communications*, 6:7233, 1-8. DOI: 10.1038/ncomms8233
- COLE, M. A., RAYNER, A.J. y BATES, J. M. (1997). "The environmental Kuznets curve: an empirical analysis", *Environment and Development Economics*, 2, 401-416.
- DICKEY, D. y FULLER, W. (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431.
- DIETZ, T. y ROSA, E. A. (1997). "Effects of population and affluence on CO<sub>2</sub> emissions", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, Vol. 94, 175-179.
- ENGLE, R. y GRANGER, C. (1987). "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", *Econometrica*, 55, 251-76.
- FAN, Y., LIU, L. C., WU, G. y WEI, Y. M. (2006). "Analyzing impact factors of CO<sub>2</sub> emissions using the Stirpat model.", *Environmental Impact Assessment Review*, 26, 377-395.
- GREENE, W. (1999). *Análisis Econométrico*, 3ª ed. Ed. Prentice Hall. Madrid.
- LIN, S., ZHAO, D. y MARINOVA, D. (2009). "Analysis of environmental impact of China based on STIRPAT model", *Environmental Impact Assessment Review*, 29, 341-347.
- STERN, D. I., COMMON, M. S. y BARBIER, E. B. (1996). "Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development", *World Development*, 24, 1151-1160.
- YANDLE, B., BHATTARAI, M. y VIJAYARAGHAVAN. M. (2004). "Environmental Kuznets Curves: A review of findings, Methods, and Policy Implications", *Research Study*, 02-1.
- ZILIO, M. I. (2012). "Curva de Kuznets ambiental: la validez de sus fundamentos en países en desarrollo", *Cuadernos de economía*, 35, 43-54.

## 6.2 WEBGRAFÍA

- AEMA, Agencia Europea de Medio Ambiente. “Cambio Climático” [página web]. European Environment Agency. Dinamarca (UE), 1 de abril 2014. [Fecha de consulta: 26/7/2015]. <Disponible>, [http:// eea.europa.eu/es/themes/climate/intro](http://eea.europa.eu/es/themes/climate/intro)
- BODEN, T.A., MARLAND, G. y ANDRES, R. J. (2010). “Global, Regional and National Fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions” [página web]. Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee, USA, 2010. [Fecha de consulta: 10/6/2015]. <Disponible>, [http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre\\_glob.html](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_glob.html)
- Cambio Climático Global. “Cambio Climático, Calentamiento Global y Efecto Invernadero” [página web]. México, 18 de noviembre 2009. [Fecha de consulta: 18/5/2015]. <Disponible>, <http://www.cambioclimaticoglobal.com>
- Cambio Climático Global. “Evidencia del Cambio Climático y el Calentamiento Global” [página web]. México, 20 de Septiembre 2013. [Fecha de consulta: 12/5/2015]. <Disponible>, <http://cambioclimaticoglobal.com/evidencias-cambio-climatico>
- CÓRDOBA HERNÁNDEZ, R. “Energía: contaminación y cambio climático” [página web]. Ministerio de Ciencia y Tecnología de España. 9 de septiembre 2013 [Fecha de consulta: 28/5/2015]. <Disponible>, [http://habitat.aq.upm.es/boletin/n34/arcor\\_3.html](http://habitat.aq.upm.es/boletin/n34/arcor_3.html)
- CRUZ ROJA ESPAÑA. “El agujero en la capa de ozono” [página web]. Cruz Roja Española. Comunidad de Madrid, España. [Fecha de consulta: 14/5/2015]. <Disponible>, [http://www.cruzrojamadrid.org/que\\_hacemos/medioambiente/salud\\_ambiental/el\\_agujero\\_en\\_la\\_capa\\_de\\_ozono/](http://www.cruzrojamadrid.org/que_hacemos/medioambiente/salud_ambiental/el_agujero_en_la_capa_de_ozono/)
- ¿CUÁL ES TU IMPACTO?. “¿Qué hacen los gases de efecto invernadero?” [página web]. [Fecha de consulta: 06/6/2015]. <Disponible>, <http://www.tuimpacto.org>
- EC, European Comission “Climate Action: 2020 climate & energy package” [página web]. EU, 2015. [Fecha de consulta: 5/8/2015]. <Disponible>, [http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/index_es.htm)
- EUROPA PRESS. “La ONU confirma a España que ha cumplido los objetivos de reducción de CO<sub>2</sub> de Kioto” [página web]. RTVE 21 de Abril 2015. [06/6/2015]. <Disponible>, <http://www.rtve.es/noticias/20150421/onu-confirma-espana-cumplido-objetivos-reduccion-co2-del-protocolo-kioto/1133921.shtml>

- IPCC, (2007): “Cambio Climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático” [pdf]. [Equipo de redacción principal: Pachauri, R., K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)], IPCC. Ginebra, Suiza [Fecha de consulta: 28/4/2015]. <Disponible>, [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)
- IPCC, (2014): “Cambio Climático 2014. Informe de síntesis” [pdf]. Secretaría del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Genève, Suiza. 5 de noviembre 2014. [Fecha de consulta: 24/4/2015], <Disponible>, [http://www.ipcc.ch/news\\_and\\_events/docs/ar5/ar5\\_syr\\_headlines\\_es.pdf](http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/ar5_syr_headlines_es.pdf)
- IPCC, (2014): “Climate Change 2014: Synthesis Report Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”[pdf]. Core Writing Team, Pachauri, R. K. and Meyer, L. A. (eds.), IPCC Geneva Switzerland, 5 de noviembre 2014. [Fecha de consulta: 11/5/2015]. <Disponible>, [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)
- MÁRTIL, I. (17 de noviembre 2014). “Consumo y derroche de energía en el planeta: ¿podemos resistir?” [blog]. Público.es. España, 17 de noviembre de 2014. [Fecha de consulta: 22/6/2015]. <Disponible>, <http://blogs.publico.es/econonuestra/2014/11/17/consumo-y-derroche-de-energia-en-el-planeta-podemos-resistir/>
- MARTÍNEZ COLL, J. C. “Demografía. Evolución de la población Mundial” [página web]. La Economía de Mercado, Virtudes e Inconvenientes, 14 de junio 2007. [Fecha de consulta: 28/5/2015] <Disponible>, <http://www.eumed.net/cursecon/2/evolucion.htm>
- NEWMAN, P. A. (2009). “Ozone Facts: What is the Ozone Hole?” [página web]. Nasa Ozone Hole Watch, NASA. USA, 18 de noviembre 2009. [Fecha de consulta: 14/5/2015]. <Disponible>, <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/hole.html>
- PÉREZ G. “Influencia humana en el ciclo del carbono” [página web]. Ciclo del Carbono. [Fecha de consulta: 28/5/2015]. <Disponible>, [http://www.ciclodelcarbono.com/influencia\\_humana\\_en\\_el\\_ciclo\\_del\\_carbono](http://www.ciclodelcarbono.com/influencia_humana_en_el_ciclo_del_carbono)
- PICO MANTILLA G. “Protocolos y Convenios sobre el Medio Ambiente” [página web]. Centro Andino de Integración. Venezuela, 3 de octubre 2011. [Fecha de consulta: 20/5/2015]. <Disponible>, <http://centroandinodeintegracion.org/protocolos-medio-ambiente/>

- RUYET, D. “Teorías del colapso energético (VI): la identidad de Kaya” [blog]. Energy Puzzle, 20 de julio 2011. [Fecha de consulta: 20/8/2015]. <Disponible>, <https://davidruyet.wordpress.com/2011/07/20/teorias-del-colapso-energetico-vi-la-identidad-de-kaya/>
- SANTAEULALIA, I. (2014). “La Cumbre mundial del clima esquivo el fracaso en un acuerdo débil” [periódico electrónico]. El País, 14 de diciembre 2014. España. [Fecha de consulta: 02/7/2015]. <Disponible>, [http://internacional.elpais.com/internacional/2014/12/13/actualidad/1418453349\\_013903.html](http://internacional.elpais.com/internacional/2014/12/13/actualidad/1418453349_013903.html)
- SINC, Servicio de Información y Noticias Científicas. “España destinará más de 12 millones de euros a la adaptación al cambio climático” [página web]. SINC La ciencia es noticia. España, 20 de octubre 2014. [Fecha de consulta: 20/7/2015]. <Disponible>, <http://www.agenciasinc.es>
- UN, Naciones Unidas. “Mitigación” [portal de internet]. Portal de la labor del sistema de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. [Fecha de consulta: 02/9/2015]. <Disponible>, <http://www.un.org/es/climatechange/reduction.shtml>
- UNEP, United Nations Environment Programme. “Precious Ozone: 30<sup>th</sup> anniversary of the Vienna Convention and International Ozone day 2015” [página web]. Ozone Secretariat, United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya. [Fecha de consulta: 22/5/2015]. <Disponible>, <http://ozone.unep.org/en/precious-ozone>
- WMO, World Meteorological Organization. “Record Global Temperatures and high impact weather and climate extremes” [página web]. WMO. Geneva, Switzerland, 22 de septiembre 2015. [Fecha de consulta: 30/5/2015]. <Disponible>, <https://www.wmo.int/media/content/record-global-temperatures-and-high-impact-weather-and-climate-extremes>
- WORD BANK. “Banco Mundial de Datos” [portal de internet]. The World Bank. Washington, D.C, USA, 2015. [Fecha de consulta: 06/6/2015]. <Disponible>, <http://datos.bancomundial.org/>



# ANEXO I

## I.1. INTENSIDAD ENERGÉTICA

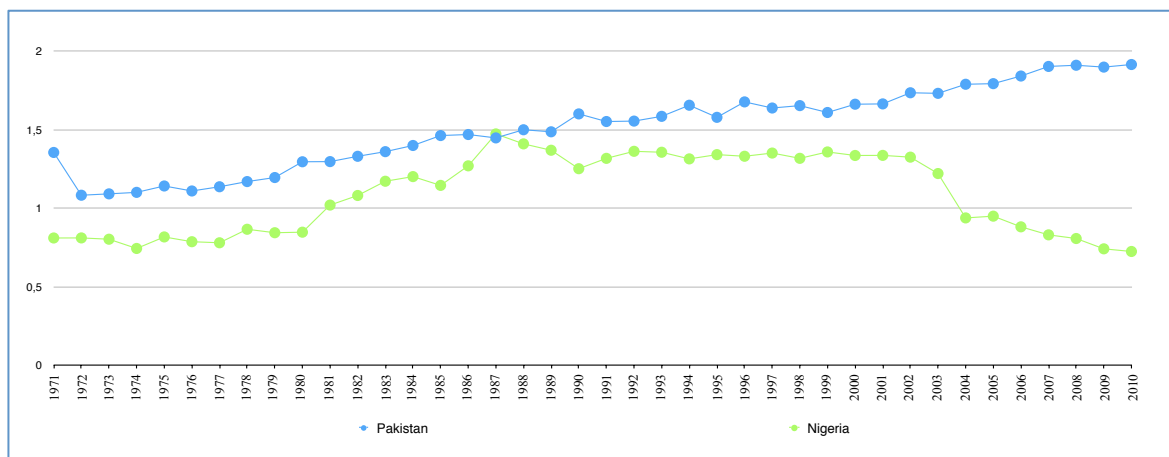


Figura I.1 Intensidad Energética - Pakistán y Nigeria

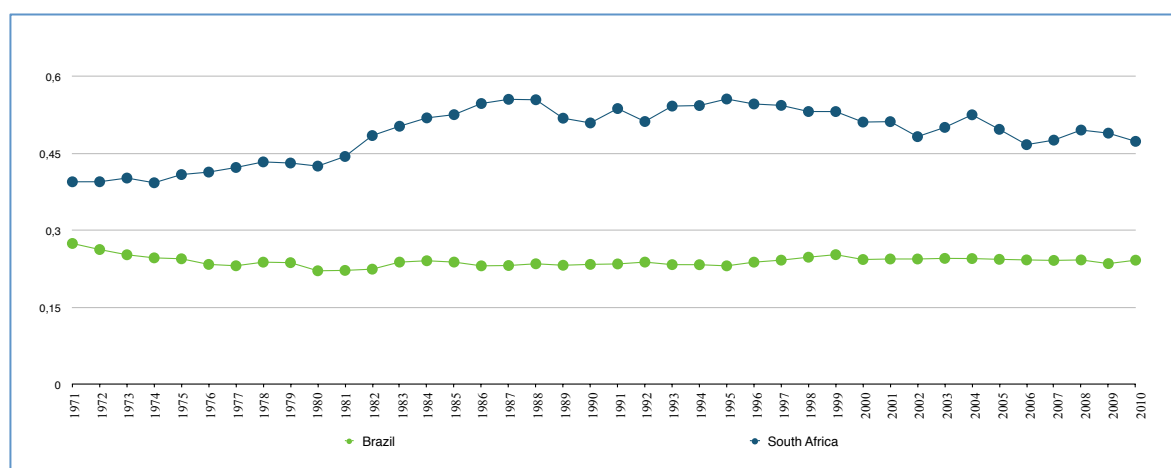


Figura I.2. Intensidad Energética – Brasil y Sudáfrica

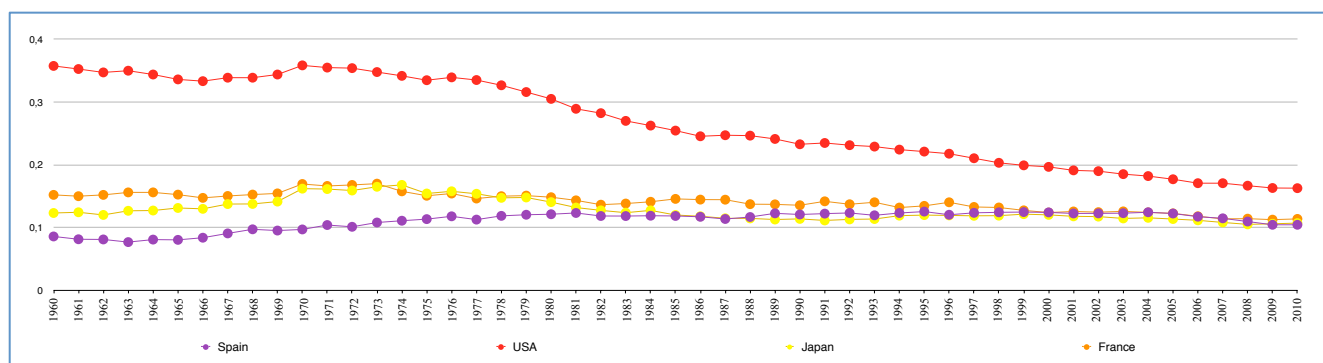


Figura I.3 Intensidad Energética – EEUU, Japón, Francia y España

Tabla I.1 – Intensidad Energética								
Año	España	EEUU	Japón	Francia	Brasil	Sudáfrica	Pakistán	Nigeria
1972	4%	0%	-1%	-1%	-1%	0%	-19%	24%
1973	-1%	-1%	-1%	1%	2%	-3%	-1%	14%
1974	6%	-3%	1%	-7%	-1%	-4%	3%	13%
1975	4%	-4%	-8%	-10%	0%	3%	4%	-20%
1976	6%	-1%	0%	8%	-7%	2%	-6%	7%
1977	-4%	-2%	-1%	-8%	0%	4%	3%	-14%
1978	1%	-2%	-8%	1%	5%	-2%	-1%	1%
1979	2%	-3%	0%	1%	0%	4%	4%	36%
1980	3%	-3%	-4%	-6%	-9%	-2%	3%	-7%
1981	-3%	-6%	-6%	-11%	-4%	7%	-1%	11%
1982	0%	-3%	-6%	-6%	0%	10%	2%	1%
1983	-4%	-4%	-5%	-4%	0%	6%	1%	-4%
1984	-5%	-4%	2%	-6%	-4%	3%	1%	19%
1985	-1%	-4%	-8%	-3%	-1%	4%	2%	-7%
1986	-8%	-3%	-3%	-6%	2%	2%	-1%	15%
1987	-5%	1%	-5%	-5%	1%	-3%	2%	-10%
1988	-1%	0%	2%	-6%	1%	0%	1%	11%
1989	9%	-2%	-2%	1%	-1%	-3%	0%	-44%
1990	-7%	-5%	1%	-1%	2%	-2%	8%	-5%
1991	1%	1%	-3%	6%	3%	5%	-5%	0%
1992	3%	-2%	1%	-9%	1%	-4%	-1%	43%
1993	-5%	-1%	-2%	-1%	0%	4%	5%	-9%
1994	4%	-2%	5%	-7%	0%	2%	5%	-23%
1995	1%	-2%	-1%	4%	2%	-4%	-5%	-25%
1996	-6%	-1%	-1%	2%	8%	-3%	7%	10%
1997	4%	-2%	-2%	-9%	2%	1%	-1%	-3%
1998	-1%	-4%	-2%	4%	4%	0%	1%	-3%
1999	3%	-3%	4%	-12%	2%	-3%	-1%	11%
2000	-1%	-1%	0%	-5%	-2%	-5%	2%	68%
2001	-3%	-3%	-2%	4%	2%	-4%	0%	1%
2002	3%	-1%	1%	-2%	-4%	-8%	2%	13%
2003	-1%	-2%	0%	1%	-4%	6%	-1%	-14%
2004	2%	-2%	-1%	-2%	-1%	7%	3%	-22%
2005	0%	-3%	-3%	-1%	0%	-12%	-4%	4%
2006	-5%	-4%	-2%	-5%	-4%	2%	1%	-13%
2007	-1%	0%	-1%	-4%	-2%	-1%	4%	-10%
2008	-9%	-3%	-3%	-1%	1%	2%	-3%	-8%
2009	-9%	-3%	-3%	-1%	-5%	10%	-2%	-28%
2010	-6%	0%	2%	-1%	6%	-11%	1%	2%
Media	-1%	-2%	-2%	-3%	0%	0%	0%	1%
Min.	-9%	-6%	-8%	-12%	-9%	-12%	-19%	-44%
Máx.	9%	1%	5%	8%	8%	10%	8%	68%

## I.2 ENERGÍA USADA

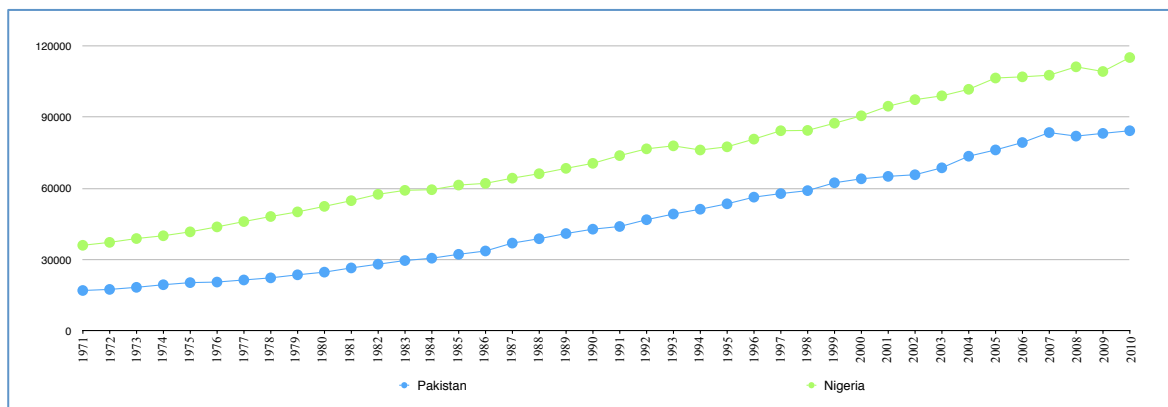


Figura I.4 Energía Usada - Pakistán y Nigeria

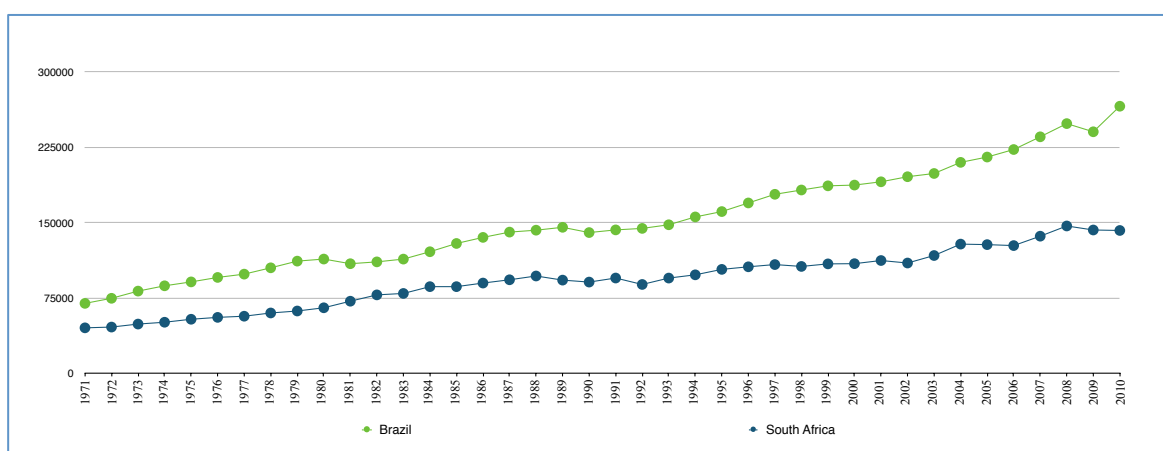


Figura I.5 Energía Usada – Brasil y Sudáfrica

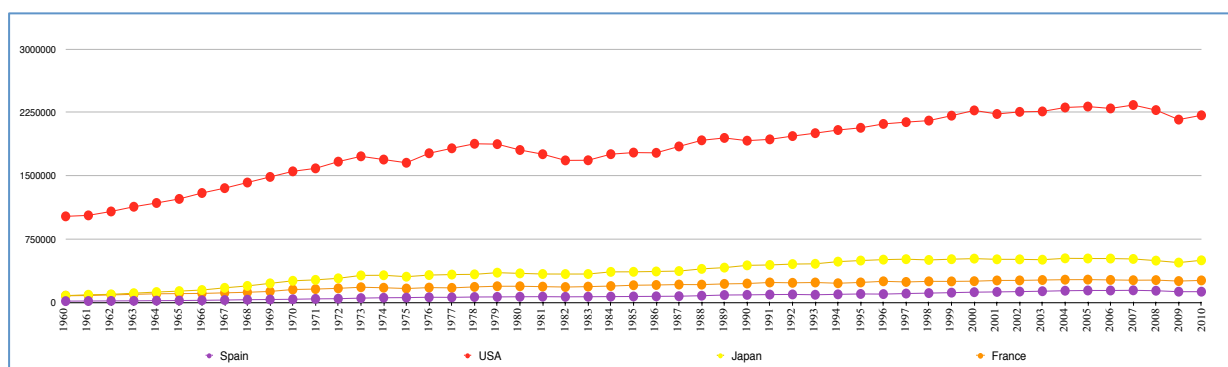


Figura I.6 Energía Usada – EEUU, Japón, Francia y España

Tabla I.2 – Consumo Energético								
Año	España	EEUU	Japón	Francia	Brasil	Sudáfrica	Pakistán	Nigeria
1972	5%	5%	7%	6%	7%	2%	3%	3%
1973	15%	4%	12%	8%	10%	6%	5%	4%
1974	8%	-2%	1%	-3%	6%	4%	6%	3%
1975	3%	-2%	-5%	-5%	4%	6%	5%	4%
1976	7%	7%	6%	7%	5%	3%	1%	5%
1977	-2%	3%	2%	-2%	3%	2%	4%	5%
1978	7%	3%	1%	7%	6%	6%	4%	5%
1979	2%	0%	6%	4%	6%	3%	6%	4%
1980	3%	-4%	-2%	0%	2%	5%	5%	5%
1981	2%	-3%	-2%	-2%	-4%	10%	7%	5%
1982	-3%	-4%	0%	-2%	2%	9%	6%	5%
1983	2%	0%	0%	3%	2%	2%	5%	3%
1984	2%	4%	8%	4%	6%	8%	3%	0%
1985	2%	1%	0%	5%	7%	0%	5%	3%
1986	2%	0%	1%	2%	5%	4%	4%	1%
1987	2%	4%	1%	2%	4%	4%	10%	4%
1988	8%	4%	7%	0%	1%	4%	5%	3%
1989	10%	1%	4%	4%	2%	-4%	6%	3%
1990	2%	-2%	6%	2%	-4%	-2%	4%	3%
1991	4%	1%	1%	6%	2%	4%	3%	5%
1992	2%	2%	2%	-2%	1%	-7%	6%	4%
1993	-4%	2%	1%	2%	3%	7%	5%	2%
1994	6%	2%	6%	-4%	5%	3%	4%	-2%
1995	5%	1%	3%	4%	3%	6%	4%	2%
1996	-1%	2%	2%	6%	5%	2%	5%	4%
1997	6%	1%	1%	-3%	5%	2%	3%	4%
1998	5%	1%	-2%	3%	2%	-2%	2%	0%
1999	5%	3%	2%	0%	2%	2%	6%	4%
2000	5%	3%	1%	1%	0%	0%	3%	4%
2001	3%	-2%	-2%	3%	2%	3%	2%	4%
2002	3%	1%	0%	0%	3%	-2%	1%	3%
2003	3%	0%	-1%	2%	2%	7%	4%	2%
2004	4%	2%	3%	1%	6%	10%	7%	3%
2005	2%	0%	0%	0%	3%	0%	4%	5%
2006	0%	-1%	0%	-1%	3%	-1%	4%	0%
2007	1%	2%	-1%	-1%	6%	7%	5%	1%
2008	-3%	-3%	-4%	0%	6%	7%	-2%	3%
2009	-8%	-5%	-5%	-4%	-3%	-3%	1%	-2%
2010	0%	2%	6%	3%	11%	0%	1%	5%
Media	3%	1%	2%	1%	4%	3%	4%	3%
Min.	-8%	-5%	-5%	-5%	-4%	-7%	-2%	-2%
Máx.	15%	7%	12%	8%	11%	10%	10%	5%

### I.3 PRODUCTO INTERIOR BRUTO (PIB)

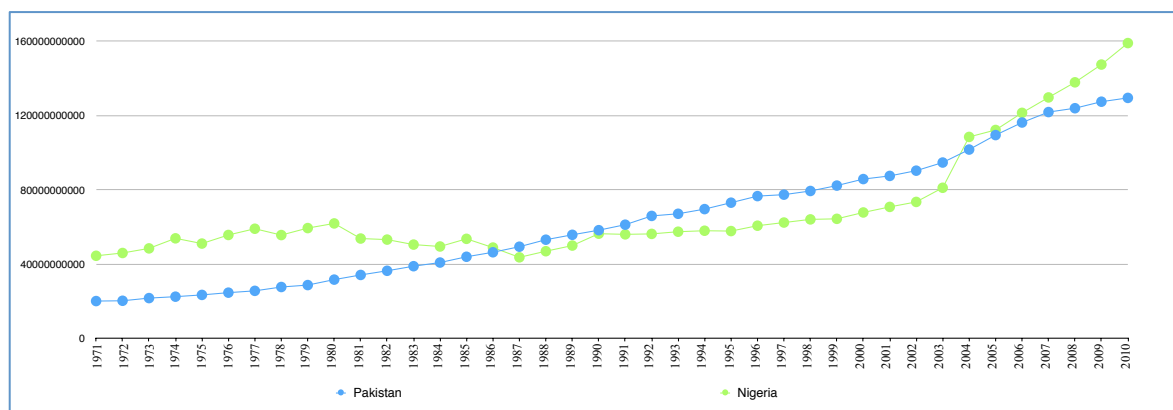


Figura I.7 PIB - Pakistán y Nigeria

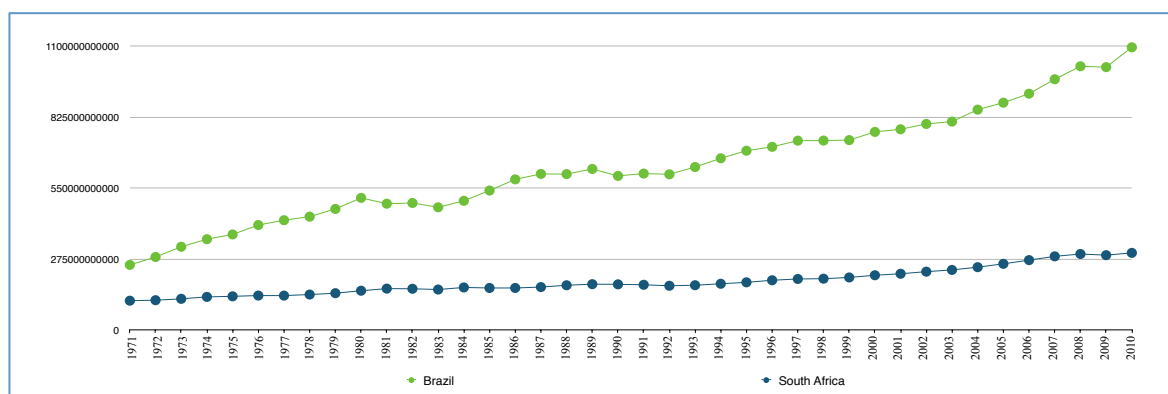


Figura I.8 PIB – Brasil y Sudáfrica

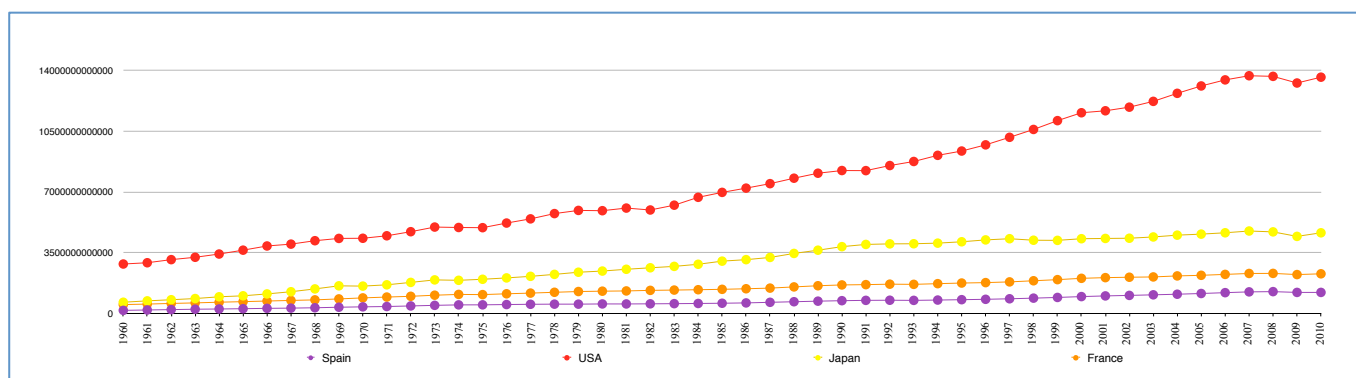


Figura I.9 PIB – EEUU, Japón, Francia y España

Tabla I.3 – Producto Interior Bruto								
Año	España	EEUU	Japón	Francia	Brasil	Sudáfrica	Pakistán	Nigeria
1972	8%	5%	8%	5%	12%	2%	1%	3%
1973	8%	6%	8%	6%	14%	5%	7%	5%
1974	6%	0%	-1%	4%	9%	6%	4%	11%
1975	1%	0%	3%	-1%	5%	2%	4%	-5%
1976	3%	5%	4%	4%	10%	2%	5%	9%
1977	3%	5%	4%	3%	5%	0%	4%	6%
1978	1%	6%	5%	4%	3%	3%	8%	-6%
1979	0%	3%	5%	4%	7%	4%	4%	7%
1980	2%	0%	3%	2%	9%	7%	10%	4%
1981	0%	3%	4%	1%	-4%	5%	8%	-13%
1982	1%	-2%	3%	3%	1%	0%	7%	-1%
1983	2%	5%	3%	1%	-3%	-2%	7%	-5%
1984	2%	7%	4%	2%	5%	5%	5%	-2%
1985	2%	4%	6%	2%	8%	-1%	8%	8%
1986	3%	4%	3%	2%	8%	0%	6%	-9%
1987	6%	4%	4%	3%	4%	2%	6%	-11%
1988	5%	4%	7%	5%	0%	4%	8%	8%
1989	5%	4%	5%	4%	3%	2%	5%	6%
1990	4%	2%	6%	3%	-4%	0%	4%	13%
1991	3%	0%	3%	1%	2%	-1%	5%	-1%
1992	1%	4%	1%	2%	0%	-2%	8%	0%
1993	-1%	3%	0%	-1%	5%	1%	2%	2%
1994	2%	4%	1%	2%	5%	3%	4%	1%
1995	3%	3%	2%	2%	4%	3%	5%	0%
1996	3%	4%	3%	1%	2%	4%	5%	5%
1997	4%	4%	2%	2%	3%	3%	1%	3%
1998	4%	4%	-2%	4%	0%	0%	3%	3%
1999	4%	5%	0%	3%	0%	2%	4%	0%
2000	5%	4%	2%	4%	4%	4%	4%	5%
2001	4%	1%	0%	2%	1%	3%	2%	4%
2002	3%	2%	0%	1%	3%	4%	3%	4%
2003	3%	3%	2%	1%	1%	3%	5%	10%
2004	3%	4%	2%	3%	6%	5%	7%	34%
2005	4%	3%	1%	2%	3%	5%	8%	3%
2006	4%	3%	2%	2%	4%	6%	6%	8%
2007	4%	2%	2%	2%	6%	5%	5%	7%
2008	1%	0%	-1%	0%	5%	3%	2%	6%
2009	-4%	-3%	-6%	-3%	0%	-2%	3%	7%
2010	0%	3%	5%	2%	8%	3%	2%	8%
Media	3%	3%	3%	2%	4%	3%	5%	4%
Min.	-4%	-3%	-6%	-3%	-4%	-2%	1%	-13%
Máx.	8%	7%	8%	6%	14%	7%	10%	34%

## I.4 PIB PER CÁPITA

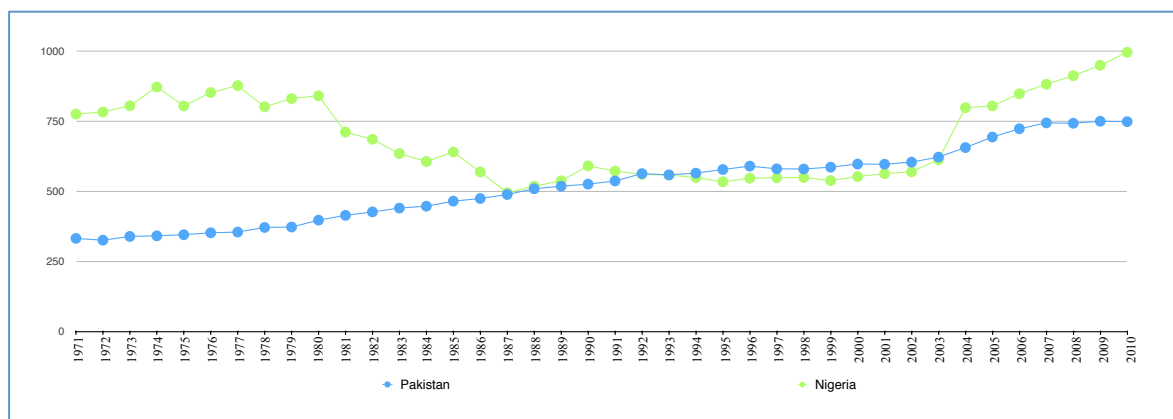


Figura I.10 PIB per cápita - Pakistán y Nigeria

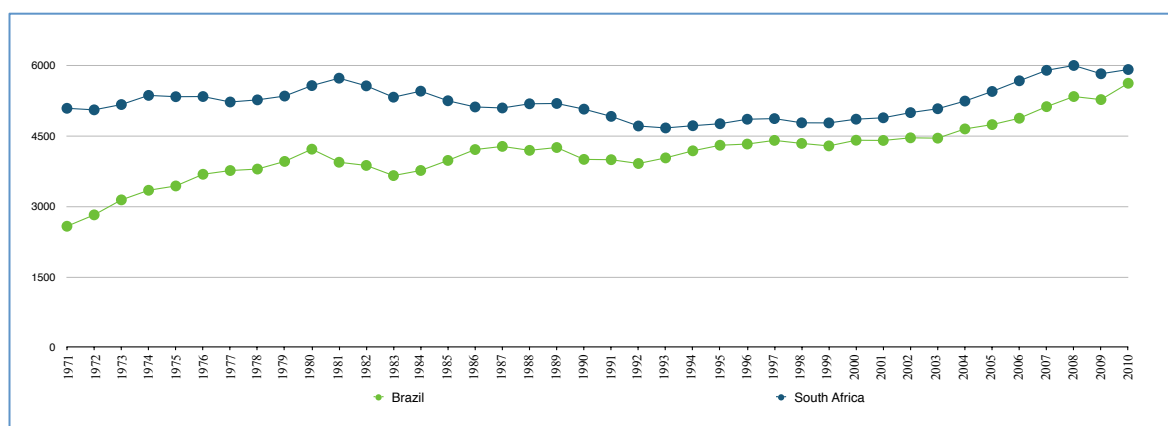


Figura I.11 PIB per cápita – Brasil y Sudáfrica

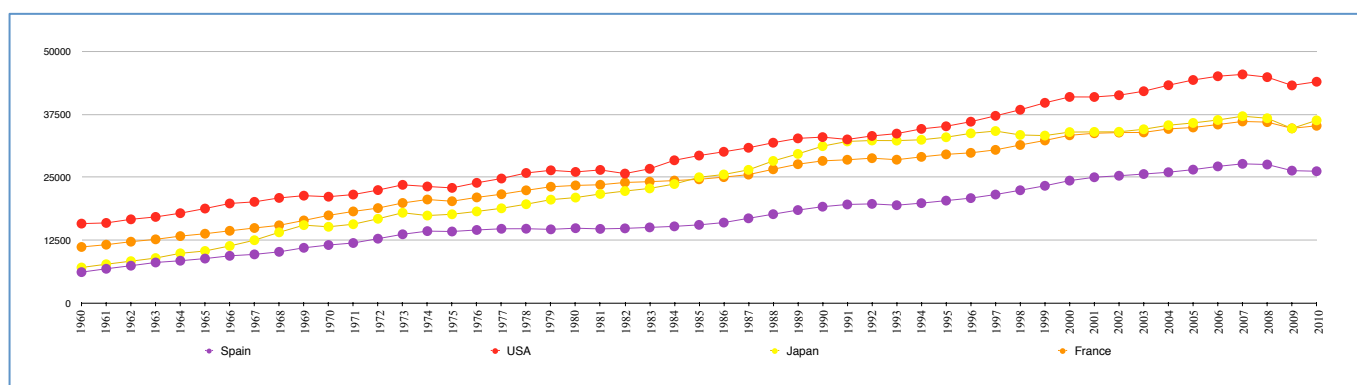


Figura I.12 PIB per cápita – EEUU, Japón, Francia y España

Tabla L.4 – Producto Interior Bruto per cápita

Año	España	EEUU	Japón	Francia	Brasil	Sudáfrica	Pakistán	Nigeria
1972	7%	4%	7%	4%	9%	-1%	-2%	1%
1973	7%	5%	7%	5%	11%	2%	4%	3%
1974	5%	-1%	-3%	3%	6%	4%	1%	8%
1975	-1%	-1%	1%	-2%	3%	-1%	1%	-8%
1976	2%	4%	3%	4%	7%	0%	2%	6%
1977	2%	4%	3%	3%	2%	-2%	1%	3%
1978	0%	4%	4%	4%	1%	1%	5%	-9%
1979	-1%	2%	5%	3%	4%	2%	0%	4%
1980	2%	-1%	2%	1%	7%	4%	7%	1%
1981	-1%	2%	3%	1%	-7%	3%	4%	-15%
1982	1%	-3%	3%	2%	-2%	-3%	3%	-4%
1983	1%	4%	2%	1%	-6%	-4%	3%	-7%
1984	1%	6%	4%	1%	3%	2%	2%	-4%
1985	2%	3%	6%	1%	6%	-4%	4%	6%
1986	3%	3%	2%	2%	6%	-3%	2%	-11%
1987	5%	3%	4%	2%	2%	0%	3%	-13%
1988	5%	3%	7%	4%	-2%	2%	4%	5%
1989	5%	3%	5%	4%	1%	0%	2%	4%
1990	4%	1%	5%	2%	-6%	-2%	1%	10%
1991	2%	-1%	3%	1%	0%	-3%	2%	-3%
1992	1%	2%	1%	1%	-2%	-4%	5%	-2%
1993	-1%	1%	0%	-1%	3%	-1%	-1%	0%
1994	2%	3%	1%	2%	4%	1%	1%	-2%
1995	3%	2%	2%	2%	3%	1%	2%	-3%
1996	2%	3%	2%	1%	1%	2%	2%	2%
1997	3%	3%	1%	2%	2%	0%	-2%	0%
1998	4%	3%	-2%	3%	-1%	-2%	0%	0%
1999	4%	4%	0%	3%	-1%	0%	1%	-2%
2000	4%	3%	2%	3%	3%	2%	2%	3%
2001	3%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	2%
2002	1%	1%	0%	0%	1%	2%	1%	1%
2003	1%	2%	1%	0%	0%	2%	3%	8%
2004	1%	3%	2%	2%	4%	3%	5%	30%
2005	2%	2%	1%	1%	2%	4%	6%	1%
2006	2%	2%	2%	2%	3%	4%	4%	5%
2007	2%	1%	2%	2%	5%	4%	3%	4%
2008	0%	-1%	-1%	0%	4%	2%	0%	3%
2009	-4%	-4%	-6%	-3%	-1%	-3%	1%	4%
2010	0%	2%	5%	1%	7%	2%	0%	5%
Media	2%	2%	2%	2%	2%	0%	2%	1%
Min.	-4%	-4%	-6%	-3%	-7%	-4%	-2%	-15%
Máx.	7%	6%	7%	5%	11%	4%	7%	30%



## I.5 POBLACIÓN TOTAL

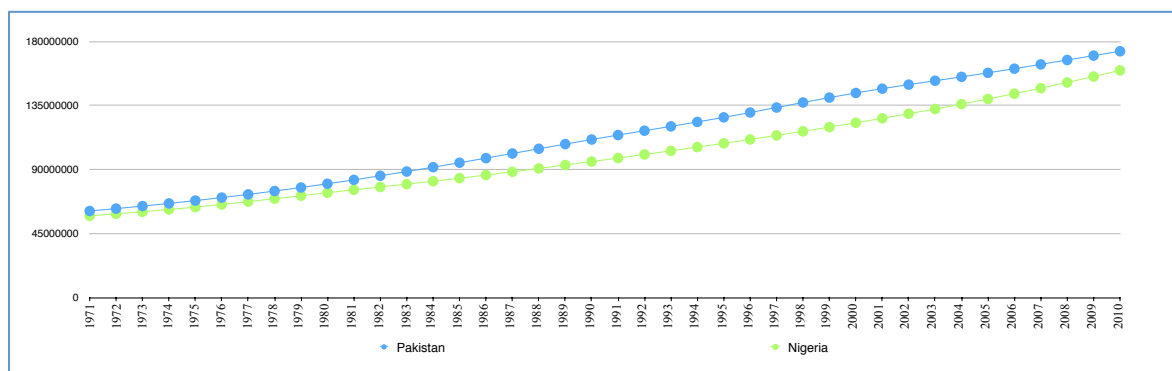


Figura I.13 Población total - Pakistán y Nigeria

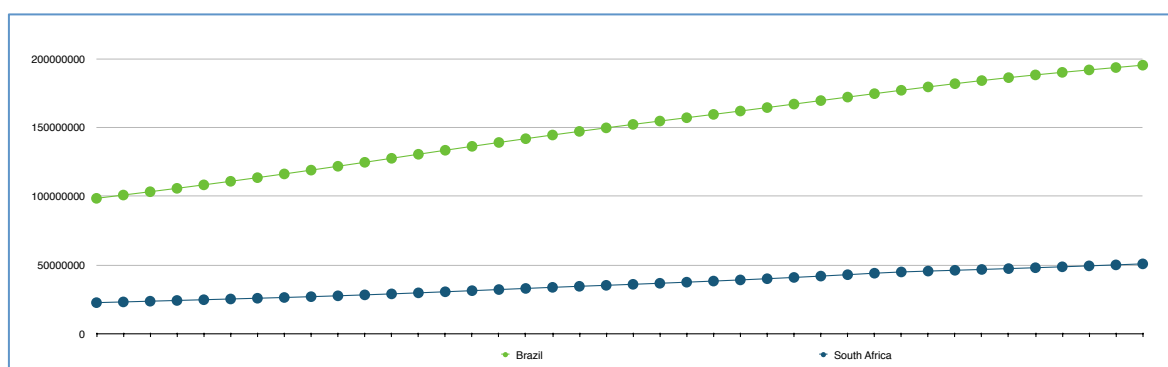


Figura I.14 Población total – Brasil y Sudáfrica

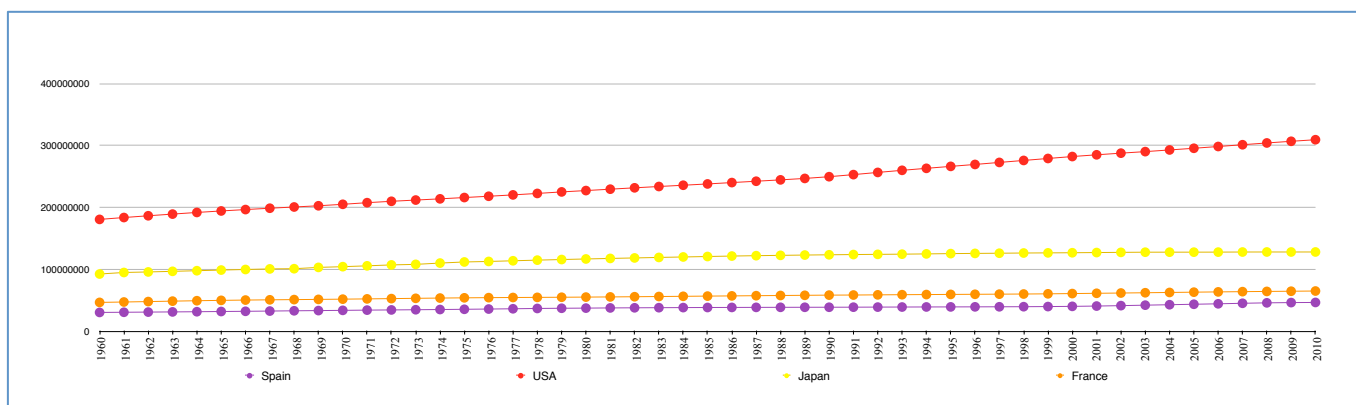


Figura I.15 Población total – EEUU, Japón, Francia y España

Tabla I.5 – Población								
Año	España	EEUU	Japón	Francia	Brasil	Sudáfrica	Pakistán	Nigeria
1972	1%	1%	1%	1%	2%	2%	3%	2%
1973	1%	1%	1%	1%	2%	2%	3%	2%
1974	1%	1%	2%	1%	2%	2%	3%	3%
1975	1%	1%	2%	1%	2%	2%	3%	3%
1976	1%	1%	1%	1%	2%	2%	3%	3%
1977	1%	1%	1%	0%	2%	2%	3%	3%
1978	1%	1%	1%	0%	2%	2%	3%	3%
1979	1%	1%	1%	0%	2%	2%	3%	3%
1980	1%	1%	1%	0%	2%	2%	3%	3%
1981	1%	1%	1%	1%	2%	2%	3%	3%
1982	1%	1%	1%	1%	2%	3%	3%	3%
1983	0%	1%	1%	1%	2%	3%	3%	3%
1984	0%	1%	1%	1%	2%	3%	3%	3%
1985	0%	1%	1%	1%	2%	3%	3%	3%
1986	0%	1%	1%	1%	2%	3%	3%	3%
1987	0%	1%	0%	1%	2%	3%	3%	3%
1988	0%	1%	0%	1%	2%	2%	3%	3%
1989	0%	1%	0%	1%	2%	2%	3%	3%
1990	0%	1%	0%	1%	2%	2%	3%	3%
1991	0%	1%	0%	0%	2%	2%	3%	3%
1992	0%	1%	0%	0%	2%	2%	3%	3%
1993	0%	1%	0%	0%	2%	2%	3%	3%
1994	0%	1%	0%	0%	2%	2%	3%	3%
1995	0%	1%	0%	0%	2%	2%	3%	3%
1996	0%	1%	0%	0%	2%	2%	3%	3%
1997	0%	1%	0%	0%	2%	2%	3%	3%
1998	0%	1%	0%	0%	2%	2%	3%	3%
1999	1%	1%	0%	1%	1%	2%	3%	3%
2000	1%	1%	0%	1%	1%	3%	2%	3%
2001	1%	1%	0%	1%	1%	2%	2%	3%
2002	2%	1%	0%	1%	1%	1%	2%	3%
2003	2%	1%	0%	1%	1%	1%	2%	3%
2004	2%	1%	0%	1%	1%	1%	2%	3%
2005	2%	1%	0%	1%	1%	1%	2%	3%
2006	2%	1%	0%	1%	1%	1%	2%	3%
2007	2%	1%	0%	1%	1%	1%	2%	3%
2008	2%	1%	0%	1%	1%	1%	2%	3%
2009	1%	1%	0%	1%	1%	1%	2%	3%
2010	0%	1%	0%	0%	1%	1%	2%	3%
Media	1%	1%	0%	1%	2%	2%	3%	3%
Min.	0%	1%	0%	0%	1%	1%	2%	2%
Máx.	2%	1%	2%	1%	2%	3%	3%	3%

## I.6 POBLACIÓN URBANA

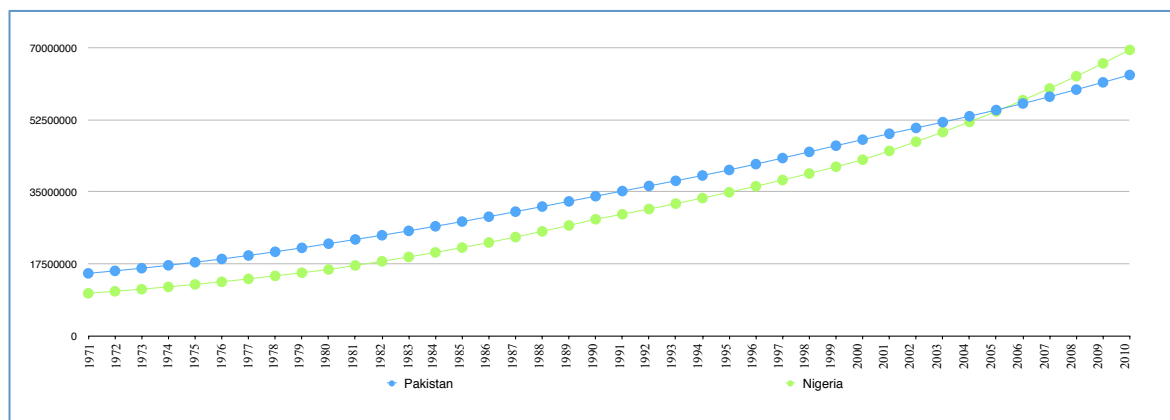


Figura I.16 Población Urbana - Pakistán y Nigeria

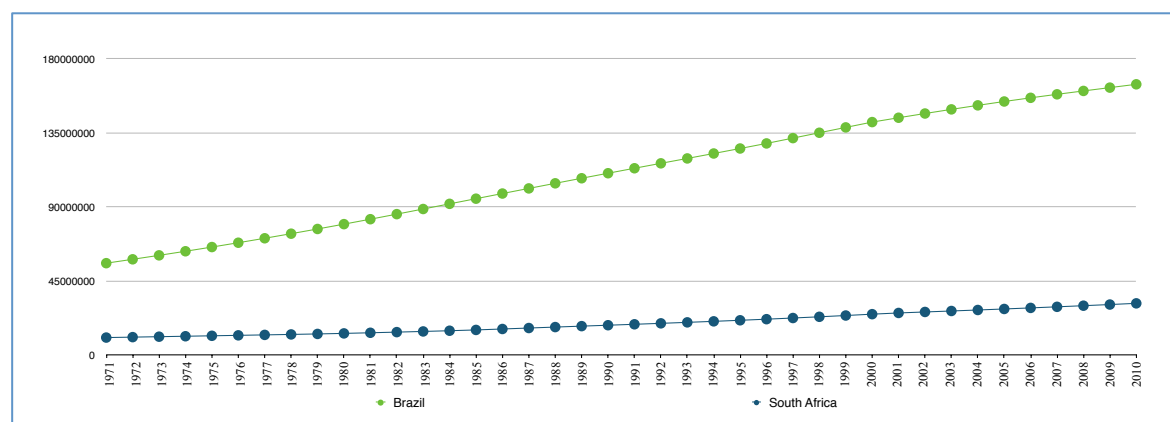


Figura I.17 Población Urbana – Brasil y Sudáfrica

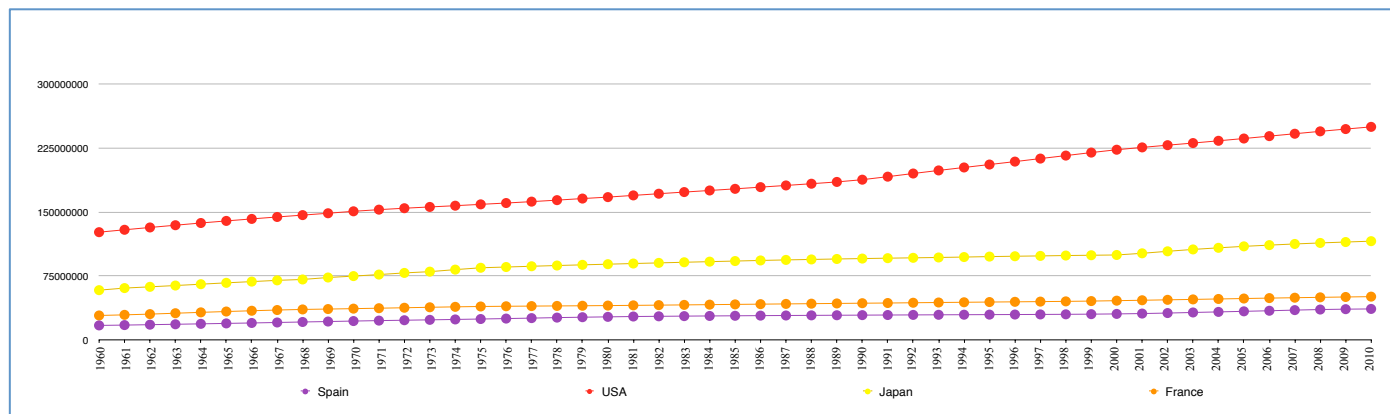


Figura I.18 Población Urbana – EEUU, Japón, Francia y España

Tabla I.6 – Población Urbana								
Año	España	EEUU	Japón	Francia	Brasil	Sudáfrica	Pakistán	Nigeria
1972	2%	1%	3%	1%	4%	2%	4%	5%
1973	2%	1%	2%	1%	4%	2%	4%	5%
1974	2%	1%	3%	1%	4%	2%	4%	5%
1975	2%	1%	3%	1%	4%	2%	4%	5%
1976	2%	1%	1%	1%	4%	2%	4%	5%
1977	2%	1%	1%	1%	4%	2%	5%	5%
1978	2%	1%	1%	0%	4%	2%	5%	5%
1979	2%	1%	1%	0%	4%	2%	5%	5%
1980	2%	1%	1%	1%	4%	3%	5%	5%
1981	1%	1%	1%	1%	4%	3%	5%	6%
1982	1%	1%	1%	1%	4%	3%	4%	6%
1983	1%	1%	1%	1%	4%	3%	4%	6%
1984	1%	1%	1%	1%	4%	3%	4%	6%
1985	1%	1%	1%	1%	3%	3%	4%	6%
1986	1%	1%	1%	1%	3%	4%	4%	6%
1987	1%	1%	1%	1%	3%	4%	4%	6%
1988	1%	1%	1%	1%	3%	3%	4%	6%
1989	0%	1%	1%	1%	3%	3%	4%	6%
1990	0%	1%	1%	1%	3%	3%	4%	6%
1991	0%	2%	0%	0%	3%	3%	4%	4%
1992	0%	2%	0%	1%	3%	3%	4%	4%
1993	0%	2%	0%	1%	3%	3%	3%	4%
1994	0%	2%	1%	1%	3%	3%	3%	4%
1995	0%	2%	1%	1%	2%	3%	3%	4%
1996	0%	2%	0%	1%	2%	3%	4%	4%
1997	0%	2%	0%	1%	3%	3%	4%	4%
1998	0%	2%	0%	1%	2%	3%	3%	4%
1999	1%	2%	0%	1%	2%	3%	3%	4%
2000	1%	2%	0%	1%	2%	3%	3%	4%
2001	1%	1%	2%	1%	2%	3%	3%	5%
2002	2%	1%	2%	1%	2%	2%	3%	5%
2003	2%	1%	2%	1%	2%	2%	3%	5%
2004	2%	1%	2%	1%	2%	2%	3%	5%
2005	2%	1%	2%	1%	2%	2%	3%	5%
2006	2%	1%	1%	1%	1%	2%	3%	5%
2007	2%	1%	1%	1%	1%	2%	3%	5%
2008	2%	1%	1%	1%	1%	2%	3%	5%
2009	1%	1%	1%	1%	1%	2%	3%	5%
2010	1%	1%	1%	1%	1%	2%	3%	5%
Media	1%	1%	1%	1%	3%	3%	4%	5%
Min.	0%	1%	0%	0%	1%	2%	3%	4%
Máx.	2%	2%	3%	1%	4%	4%	5%	6%

## I.7 EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

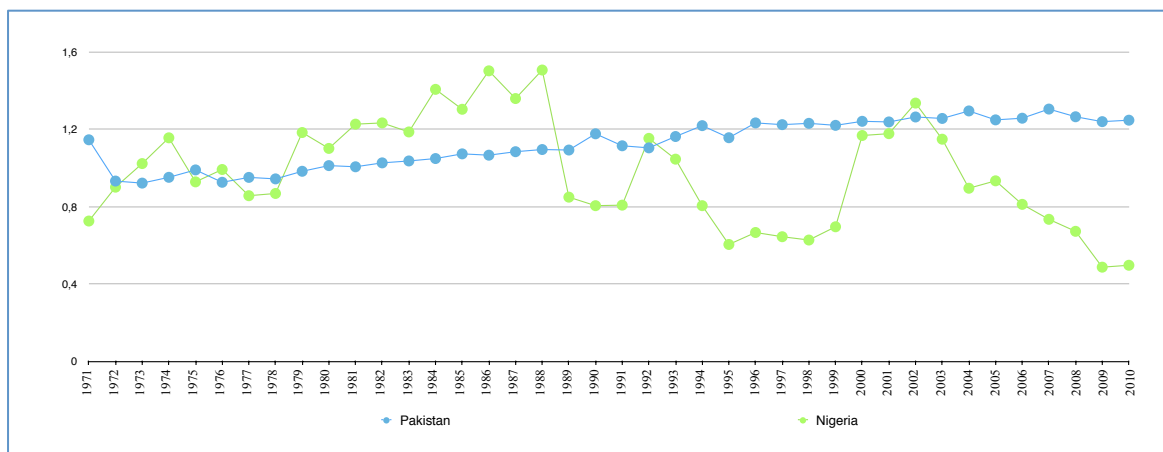


Figura I.19 Emisiones de CO<sub>2</sub> - Pakistán y Nigeria

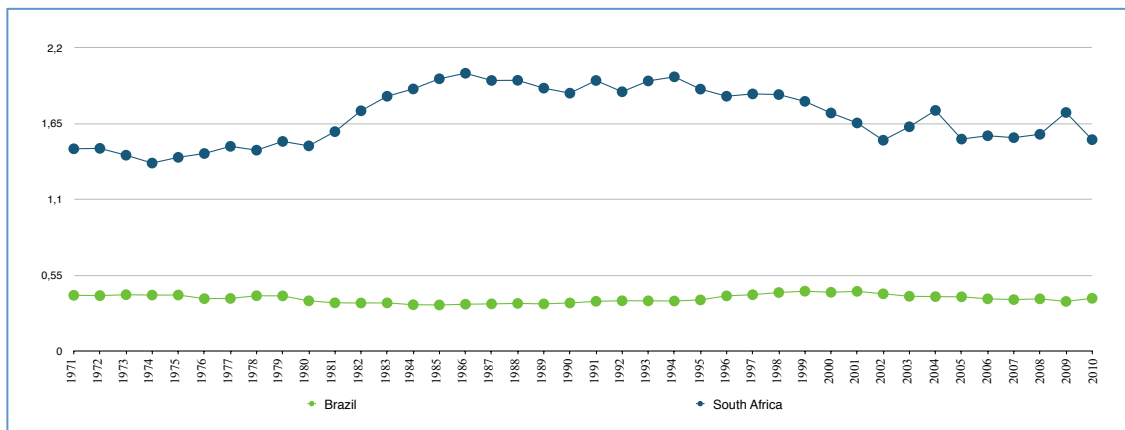


Figura I.20 Emisiones de CO<sub>2</sub> – Brasil y Sudáfrica

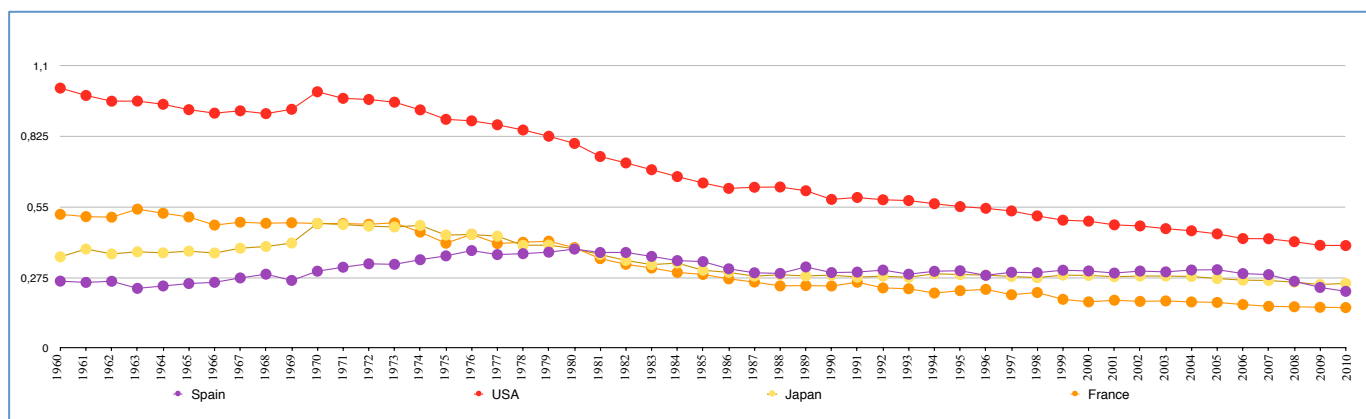


Figura I.21 Emisiones de CO<sub>2</sub> – EEUU, Japón, Francia y España

Tabla I.7 – Emisiones de CO<sub>2</sub>

Año	España	EEUU	Japón	Francia	Brasil	Sudáfrica	Pakistán	Nigeria
1972	4%	0%	-1%	-1%	-1%	0%	-19%	24%
1973	-1%	-1%	-1%	1%	2%	-3%	-1%	14%
1974	6%	-3%	1%	-7%	-1%	-4%	3%	13%
1975	4%	-4%	-8%	-10%	0%	3%	4%	-20%
1976	6%	-1%	0%	8%	-7%	2%	-6%	7%
1977	-4%	-2%	-1%	-8%	0%	4%	3%	-14%
1978	1%	-2%	-8%	1%	5%	-2%	-1%	1%
1979	2%	-3%	0%	1%	0%	4%	4%	36%
1980	3%	-3%	-4%	-6%	-9%	-2%	3%	-7%
1981	-3%	-6%	-6%	-11%	-4%	7%	-1%	11%
1982	0%	-3%	-6%	-6%	0%	10%	2%	1%
1983	-4%	-4%	-5%	-4%	0%	6%	1%	-4%
1984	-5%	-4%	2%	-6%	-4%	3%	1%	19%
1985	-1%	-4%	-8%	-3%	-1%	4%	2%	-7%
1986	-8%	-3%	-3%	-6%	2%	2%	-1%	15%
1987	-5%	1%	-5%	-5%	1%	-3%	2%	-10%
1988	-1%	0%	2%	-6%	1%	0%	1%	11%
1989	9%	-2%	-2%	1%	-1%	-3%	0%	-44%
1990	-7%	-5%	1%	-1%	2%	-2%	8%	-5%
1991	1%	1%	-3%	6%	3%	5%	-5%	0%
1992	3%	-2%	1%	-9%	1%	-4%	-1%	43%
1993	-5%	-1%	-2%	-1%	0%	4%	5%	-9%
1994	4%	-2%	5%	-7%	0%	2%	5%	-23%
1995	1%	-2%	-1%	4%	2%	-4%	-5%	-25%
1996	-6%	-1%	-1%	2%	8%	-3%	7%	10%
1997	4%	-2%	-2%	-9%	2%	1%	-1%	-3%
1998	-1%	-4%	-2%	4%	4%	0%	1%	-3%
1999	3%	-3%	4%	-12%	2%	-3%	-1%	11%
2000	-1%	-1%	0%	-5%	-2%	-5%	2%	68%
2001	-3%	-3%	-2%	4%	2%	-4%	0%	1%
2002	3%	-1%	1%	-2%	-4%	-8%	2%	13%
2003	-1%	-2%	0%	1%	-4%	6%	-1%	-14%
2004	2%	-2%	-1%	-2%	-1%	7%	3%	-22%
2005	0%	-3%	-3%	-1%	0%	-12%	-4%	4%
2006	-5%	-4%	-2%	-5%	-4%	2%	1%	-13%
2007	-1%	0%	-1%	-4%	-2%	-1%	4%	-10%
2008	-9%	-3%	-3%	-1%	1%	2%	-3%	-8%
2009	-9%	-3%	-3%	-1%	-5%	10%	-2%	-28%
2010	-6%	0%	2%	-1%	6%	-11%	1%	2%
Media	-1%	-2%	-2%	-3%	0%	0%	0%	1%
Min.	-9%	-6%	-8%	-12%	-9%	-12%	-19%	-44%
Máx.	9%	1%	5%	8%	8%	10%	8%	68%

## I.8 EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PER CÁPITA

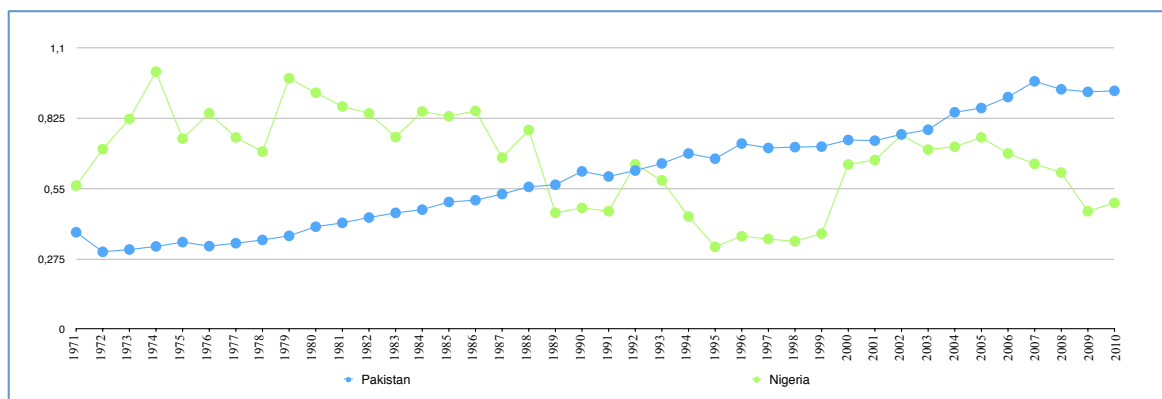


Figura I.22 Emisiones CO<sub>2</sub> per cápita - Pakistán y Nigeria

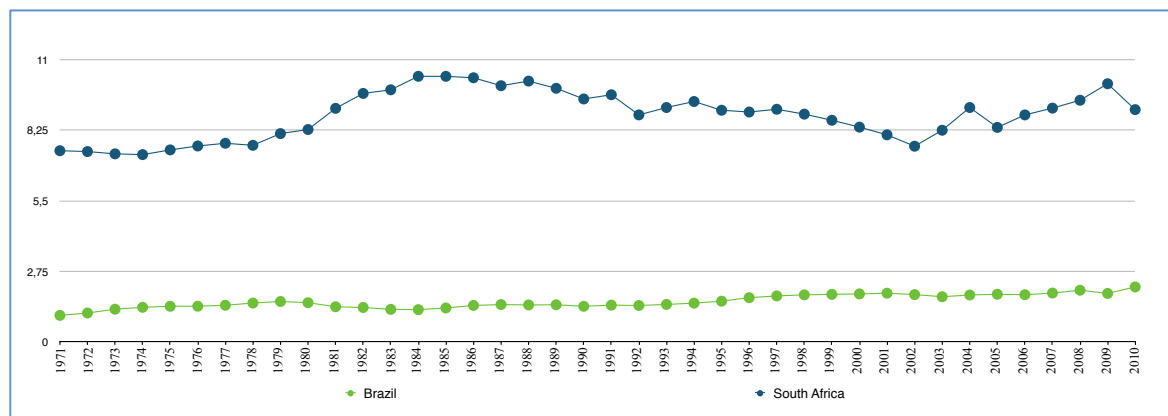


Figura I.23 Emisiones CO<sub>2</sub> per cápita- Brasil y Sudáfrica

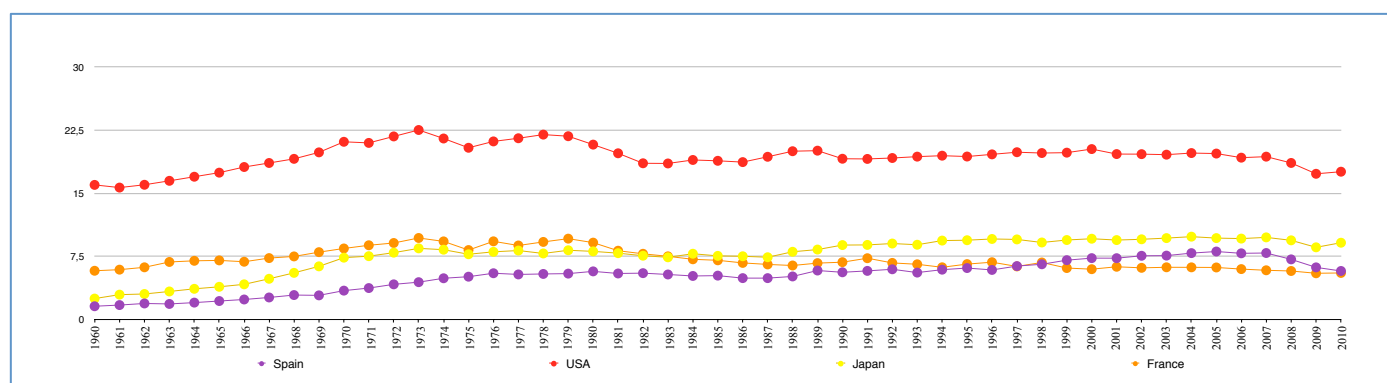


Figura I.24 Emisiones CO<sub>2</sub> per cápita – EEUU, Japón, Francia y España

Tabla I.8 – Emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita

Año	España	EEUU	Japón	Francia	Brasil	Sudáfrica	Pakistán	Nigeria
1972	12%	4%	6%	3%	9%	0%	-20%	25%
1973	6%	4%	6%	7%	13%	-1%	3%	17%
1974	10%	-4%	-2%	-4%	6%	0%	4%	22%
1975	4%	-5%	-7%	-11%	3%	3%	5%	-26%
1976	8%	4%	4%	13%	0%	2%	-5%	13%
1977	-3%	2%	2%	-5%	3%	1%	3%	-11%
1978	1%	2%	-4%	5%	6%	-1%	4%	-7%
1979	1%	-1%	5%	4%	4%	6%	5%	41%
1980	5%	-5%	-2%	-5%	-3%	2%	10%	-6%
1981	-4%	-5%	-3%	-10%	-10%	10%	4%	-6%
1982	1%	-6%	-4%	-4%	-2%	6%	5%	-3%
1983	-3%	0%	-2%	-4%	-5%	1%	4%	-11%
1984	-3%	2%	6%	-5%	-1%	5%	3%	13%
1985	1%	-1%	-3%	-2%	5%	0%	6%	-2%
1986	-6%	-1%	-1%	-4%	8%	-1%	1%	2%
1987	0%	3%	-2%	-3%	2%	-3%	5%	-21%
1988	4%	3%	9%	-2%	-1%	2%	5%	16%
1989	14%	0%	3%	4%	0%	-3%	2%	-42%
1990	-4%	-5%	6%	2%	-4%	-4%	9%	4%
1991	3%	0%	0%	7%	3%	2%	-3%	-3%
1992	3%	1%	2%	-8%	-1%	-8%	4%	40%
1993	-7%	1%	-2%	-2%	3%	3%	4%	-10%
1994	6%	1%	6%	-5%	3%	3%	6%	-24%
1995	3%	-1%	0%	6%	5%	-4%	-3%	-27%
1996	-4%	1%	2%	3%	9%	-1%	9%	13%
1997	8%	1%	-1%	-7%	4%	1%	-2%	-3%
1998	3%	0%	-4%	7%	2%	-2%	0%	-2%
1999	7%	0%	3%	-10%	1%	-3%	0%	9%
2000	3%	2%	2%	-2%	1%	-3%	4%	72%
2001	0%	-3%	-2%	5%	1%	-4%	0%	3%
2002	4%	0%	1%	-2%	-3%	-5%	3%	15%
2003	0%	0%	1%	1%	-4%	8%	2%	-7%
2004	4%	1%	2%	0%	4%	11%	9%	2%
2005	2%	0%	-2%	0%	2%	-8%	2%	5%
2006	-3%	-2%	-1%	-3%	-1%	6%	5%	-8%
2007	0%	1%	1%	-2%	3%	3%	7%	-6%
2008	-10%	-4%	-4%	-1%	6%	3%	-3%	-5%
2009	-13%	-7%	-9%	-5%	-6%	7%	-1%	-25%
2010	-7%	1%	6%	1%	13%	-10%	0%	7%
Media	1%	0%	1%	-1%	2%	1%	2%	2%
Min.	-13%	-7%	-9%	-11%	-10%	-10%	-20%	-42%
Máx.	14%	4%	9%	13%	13%	11%	10%	72%